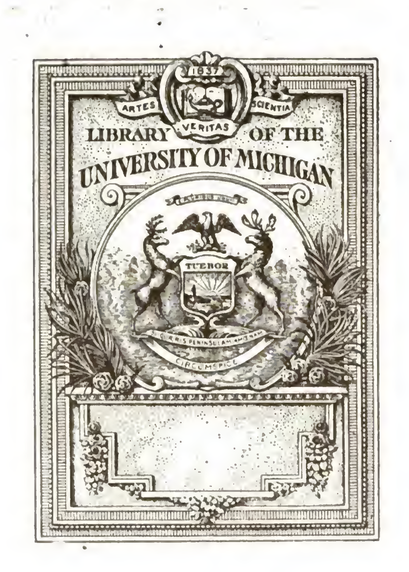


Kautschukkulturen

Hans Zaepernick


1837
ARTES
VERITAS
SCIENTIA
LIBRARY OF THE
UNIVERSITY OF MICHIGAN
TUEBOR
CIRCUMSPICE



Gewidmet

Sr. Hoheit Herzog Johann
Albrecht zu Mecklenburg

vom Verleger.

Vorwort.

Vorliegende Abhandlungen über Hevea brasiliensis sind vor allem für den Pflanzer bestimmt. Sie sind aus Aufzeichnungen entstanden, welche ich während eines mehrjährigen Studienaufenthaltes in Ceylon, auf der Malaiischen Halbinsel, in Java und Deutsch-Neu-Guinea machte, und wurden teilweise durch die Feststellungen der neuesten Forschungen ergänzt. Wenn der Pflanzer durch diese Zeilen Anregung zu Verbesserungen in seiner Pflanzung erhält, so ist der gewünschte Zweck erfüllt.

An dieser Stelle ist es mir eine angenehme Pflicht, vor allem meinen Eltern, die mir den langen Auslandsaufenthalt ermöglichten, sodann dem Herrn Generalkonsul Freudenberg in Colombo, Mrs. H. Cheves in Suduganga, Herrn Generalkonsul Kiliani in Singapore, Herrn Administrator van Gent in Soebang (Java) und Herrn Administrator Dommes in Stephansort (Deutsch-Neu-Guinea) öffentlich meinen Dank sagen zu können für die liebenswürdige Unterstützung, welche sie mir gewährten, um die führenden Pflanzungen der betreffenden Länder kennen zu lernen.

Nachdem durch Mißgeschick der größte Teil meiner in den betreffenden Ländern persönlich gemachten photographischen Aufnahmen unbrauchbar geworden ist, danke ich es vor allem dem liebenswürdigen Entgegenkommen des Kolonialwirtschaftlichen Komitees in Berlin und der Maschinenfabrik David Bridge Co., Castleton, Manchester, daß die Abhandlung trotzdem mit Aufnahmen versehen werden konnte und spreche ich auch hierfür meinen Dank aus.

Hans Zaepernick,
Oberleutnant im 2. Großh. Hess.
Feldartillerie-Regiment Nr. 61.

Inhaltsverzeichnis.

Seite

Klimatische Verhältnisse und Ausdehnungsmöglichkeiten.

Klimatische Anforderungen der Hevea.

Heveaböden.

II.

Plantagenmäßiger Anbau der Hevea.

Pflanzmaterial.

Bepflanzen des Geländes.

Reinkultur oder Mischkultur.

Zwischenkulturen.

Seite

Schattenbäume.

Pflanzweite.

Wachstum in Pflanzung.

Unterhalt der Pflanzung.

Beschneiden.

Seite

Schutzmaßregeln gegen Schädlinge.

Krankheiten und Schädlinge der Hevea.

Düngung.

III.

Ausnutzung der Heveapflanzung.

Zapfinstrumente.

Zapfbeginn.

Zapfzeiten.

Wiederholtes Zapfen.

Zapfhöhe und Latexertrag.

Seite

Vorbereitung des Zapfens.

Zapfarten.

Erträge.

IV.

Aufbereitung der Erträge. — Sammeln des Latex.

Seite

Koagulation des Latex.

Waschprozeß und Marktform.

Trockenprozeß.

Nebenprodukte.

Synthetischer Kautschuk.

Rentabilität von Heveapflanzungen.

Einleitung.

Seit Beginn des Jahrhunderts hat die Kautschukkultur in den Tropen einen unerwarteten Aufschwung genommen. Man rechnet, daß gegenwärtig (1913) pro Jahr für rund drei Milliarden Mark Kautschukwaren umgesetzt werden, und daß der Bedarf jährlich um 5 bis 10 % steigt. Kein einziges Produkt der Tropen hat in so kurzer Zeit eine derartige Entwicklung aufzuweisen wie der Kautschuk. Der enorme Aufschwung der Kautschukkultur gründet sich unter der genauen Abschätzung der weltwirtschaftlichen Konjunktur auf die Tatsache, daß die durch die neue Verkehrstechnik ausgebildeten Fabrikationszweige einen enormen, sich stets steigenden Bedarf an Rohkautschuk haben.

Der Weltkonsum deckt seinen Bedarf an Rohmaterial aus den Lieferungen der Urwälder („wilder Kautschuk") und aus denen der Pflanzungen („Pflanzungskautschuk").

An der Weltproduktion von rund 90000 tons Kautschuk beteiligt sich das tropische Amerika mit 60 bis 70 %, das tropische Afrika mit 20—25 %, das tropische Asien mit 10—20 %.

Der größte Produzent in botanischer Hinsicht ist die Klasse der Euphorbiaceen. Sie schließt in sich die wertvollen Spezies von Hevea, Manihot, Sapium, Micrandra und Euphorbia. Ihre Urheimat ist Südamerika, und sind sie erst vor verhältnismäßig kurzer Zeit in die übrigen Produktionsländer eingeführt worden. Die nächstwichtige Klasse ist die der Apocynaceen, beheimatet in Afrika. Zu ihr gehören: Landolphia, Funtumia, Clitandra, Mascarenhasia, Carpodinus usw. Zu den Urticaceen gehören die hauptsächlich für Amerika wichtigen Spezies von Castilloa, und die Ficus- und

Artocarpus-Arten in Teilen von Afrika und im indisch-malaiischen Bezirk.

Geographisch kann man nach Wright (Para Rubber, London) drei Hauptgebiete für die Kautschukproduktion unterscheiden: 1. Amerika, 2. Afrika, 3. den indisch-malaiischen Bezirk.

Im tropischen Amerika (einschließlich Westindien) sind einheimisch: Hevea, Castilloa, Manihot, Sapium, Hancornia, Micrandra, Parthenium, Hymenoxys, Brosimum, Forsteronia.

Eingeführt: Funtumia, Landolphia, Castilloa, Hevea, Manihot.

Im tropischen Afrika sind einheimisch: Landolphia, Ficus, Funtumia, Carpodinus, Clitandra, Cryptostegia, Euphorbia.

Eingeführt: Hevea, Manihot, Castilloa, Cryptostegia, Ficus.

Im indisch-malaiischen Bezirk sind einheimisch: Ficus, Dyera, Willughbeia, Urceola, Parameria, Cryptostegia, Choremorpha, Ecdysanthera, Leuconobis, Rhynchodia.

Eingeführt: Hevea, Manihot, Castilloa, Funtumia, Landolphia.

Der Güte des gelieferten Kautschuks nach herrschen große Unterschiede. Nach allen Forschungen steht fest, daß der beste Kautschuk von Hevea brasiliensis und den ihr nahestehenden anderen Heveaarten geliefert wird. Das fertige Produkt der Hevea enthält den meisten und den höchsten Anforderungen der Fabrikanten entsprechenden Kautschuk. Aus den zahlreichen Analysen in den Bulletins of the Imperial Institute zu London ergibt sich folgende Übersichtskarte der wesentlichen Unterschiede in der chemischen Zusammensetzung einzelner wichtiger Kautschukarten.

In 100 Teilen Kautschuk sind enthalten:

	Hevea	Manihot	Castilloa
Kautschuk	94,60 %	76,25 %	86,19 %
Harze	2,66 %	10,04 %	12,42 %
Eiweiß	1,75 %	8,05 %	0,87 %
Asche	0,14 %	2,46 %	0,20 %
Feuchtigkeit	0,85 %	3,20 %	0,32 %

	Landolphia Kirckii	Landolphia Petersiana	Landolphia Watson
Kautschuk	80,1 %	67,7 %	67,2 %
Harze	6,9 %	11,1 %	11,9 %
Schmutz u. unlösliche Masse	5,3 %	3,4 %	8,0 %
Asche im Schmutz	0,31 %	1,2 %	1,3 %
Feuchtigkeit	7,7 %	17,7 %	12,9 %

	Ficus Art	Ficus elastica	Urceola esculenta	Rhychodia
Kautschuk	19,0 %	84,3 %	80,5 %	86,5 %
Harze	49,9 %	11,8 %	9,8 %	6,5 %
Schmutz u. unlösl. Masse	3,01 %	2,1 %	5,7 %	4,2 %
Asche i. Schmutz	0,79 %	0,8 %	1,16 %	0,48 %
Feuchtigkeit	28,4 %	0,8 %	4,0 %	1,8 %

Von maßgebendem Einfluß auf die Marktpreise des Kautschuks ist der Preis des Heveakautschuks. Ursprünglich richteten sich die Kautschukpreise nach dem Rohkautschuk aus Brasilien. Seitdem dieser vom Pflanzungskautschuk aus den Heveaanlagen an Güte übertroffen wurde, führt letzterer die Marktpreise, wenngleich er, was Menge anbetrifft, noch nicht die Masse des „wilden" Kautschuks erreicht.

Die Preise für Heveakautschuk waren pro 1 Pfund (engl.):

1890	3 sh 3 d	bis	4 sh 1 d		1908	2 sh 9 d	bis	5 sh 3 d
1898	3 „ 7 „	„	4 „ 5 „		1909	5 „ 0 „	„	9 „ 2 „
1904	4 „ —	„	5 „ 5 „		1910	5 „ 6 „	„	12 „ 9 „
1905	5 „ —	„	5 „ 8 „		1911	3 „ 9 „	„	7 „ 1 „

Als Hauptproduktionsländer des „wilden" Kautschuks kommen vor allem Süd- und Zentralamerika und Afrika in Frage. Es exportierten:

1911	Peru, Brasilien, Bolivia	44 170 tons
1911	Afrika	23 530 „

Den Hauptbestandteil des aus Amerika exportierten Kautschuks stellt Hevea dar, der aus Afrika exportierte wilde Kautschuk erreicht an Güte den südamerikanischen nicht. Nach Wright beträgt die aus Südamerika exportierte Heveakautschukmasse jährlich gegenwärtig ca. 40 000 tons. Das deutet auf eine enorme Landfläche

hin, hauptsächlich wenn man die Angaben von Wickham zu Grunde legt, der im Urwald Brasiliens auf 1 acre nur 6—7 Heveabäume rechnet. Ausgedehnte, tragende Heveapflanzungen bestehen zurzeit in Brasilien noch nicht, so daß somit fast die ganze exportierte Menge aus den wildwachsenden Beständen stammt. Es ist schwer, ein Äquivalent für diese wildwachsenden Bestände in Form von bepflanzter Strecke zu geben, da die Bäume durch ihr wechselndes Alter verschieden ertragreich sind. Nimmt man an, daß die wilden Bäume im Mittel 450 ℔ per acre per Jahr liefern, so ist der jährliche Kautschukertrag der wilden südamerikanischen Bestände einer bepflanzten Strecke von ca. 200 000 acres gleichwertig. Nach derselben Berechnung ergibt sich für den Jahresertrag der wildwachsenden Bestände von Südamerika plus Afrika eine gesamte bepflanzte Strecke von ca. 350 000 acres.

Diesen Gebieten des „wilden" Kautschuks stehen die Kautschukpflanzungen gegenüber.

Nach den Schätzungen von Wright stehen gegenwärtig unter Kautschukpflanzungskultur:

Land	acres
Malaiische Halbinsel	420 000 (Hevea bras.)
Ceylon	238 000 " "
Holländisch Ostindien, Borneo, Südsee	240 000 (H. br. 120 000 acres)
Süd-Indien und Borneo	42 000 (H. br. 37 000 Ficus)
Deutsche Kolonien	45 000 (H. br. 5 000)
Mexiko, Brasilien, Afrika, Westindien	100 000 (H. br. 5 000)
	1 085 000 acres

Die Hauptzentren der Heveapflanzungskultur sind somit die Malaiische Halbinsel und Ceylon. Der Jahresexport von Heveapflanzungskautschuk betrug 1911:

Ceylon	2 729 tons
Malaiische Halbinsel ca.	10 000 tons.

Mrs. Lewton-Brain, Director of Agriculture F. M. S., rechnet mit folgenden Exportmengen aus der Malaiischen Halbinsel:

1912: 18 750 tons, 1914: 35 640 tons Heveakautschuk
1913: 26 550 tons, 1916: 65 000 tons Heveakautschuk

Mssrs. Ferguson-Colombo rechnet für Ceylon mit folgendem Export:

1912:	3 500 tons	1914:	10 000 tons
1913:	7 500 „	1920:	20 000 „

Aus der gewaltigen Ausdehnung der gesamten bepflanzten Strecke geht hervor, daß die Kautschukpflanzungen, wenn sie in ihrer Gesamtheit in tragendes Alter gekommen sind, eine maßgebende Rolle in der Weltversorgung mit Rohkautschuk spielen werden. Rechnet man von 1920 ab mit tragenden Kautschukpflanzungen in einer Ausdehnung von 1 000 000 acres, und mit einer Jahresrente von 1 ton per 5 acres, so würden sich aus dem Pflanzungsbetrieb 200 000 tons Rohkautschuk per Jahr ergeben.

Selbst bei noch so wohlmeinender Betrachtung muß sich jedem unbefangenen Beobachter dann die Frage aufdrängen, ob der Markt für derartige Mengen noch aufnahmefähig ist, und ob nicht dann ein bedeutender Preissturz eintreten wird. Zweifellos wird der Markt nicht allen angebotenen Kautschuk ohne weiteres aufnehmen können. Die nächste Folge wird sein: ein — vielleicht nur vorübergehender — Preisfall und Ausscheidung bzw. Unverkäuflichkeit von minderwertigem Kautschuk.

Unter jedem Preisfall hat zunächst der wilde Kautschuk, soweit er nicht erstklassig ist, am meisten zu leiden. Die Gewinnung des wilden Kautschuks wird von Tag zu Tag schwieriger. Das Hineindringen in immer tiefer gelegene Landstriche ist mit großen Kosten verbunden. Rechnet man von 1920 ab den tiefsten Kautschukpreis für Para hier, der bis jetzt war, 2 s. 9 d. als Durchschnittspreis für den Pflanzungskautschuk, dann ist es zweifelhaft, ob der II a wilde Kautschuk, von den noch minderen Sorten gar nicht zu reden, zu solch billigem Preis gesammelt und die verschiedenen Zwischenstationen mit Erfolg so durchlaufen kann, daß er — wie gegenwärtig — nahezu um rund die Hälfte des Pflanzungskautschuks verkauft werden kann. Es will fast zweifelhaft erscheinen, ob dann der I b brasilianische wilde Kautschuk noch mit großem Vorteil für die Produ-

zenten auf den Markt gebracht werden kann. Daß er völlig vom Pflanzungskautschuk unterdrückt und nicht mehr konkurrenzfähig sein sollte, ist ausgeschlossen. Dazu ist das gelieferte Produkt viel zu hochwertig. Auf jeden Fall aber haben die weniger guten wilden Afrikanerkautschuke einen schweren Stand.

Wie unter den wilden Kautschukarten, so werden bei eintretender Ertragsfähigkeit der Heveapflanzungen, auch unter den Pflanzungskautschukvarietäten schwere wirtschaftliche Existenzkämpfe zu bestehen sein. Siegreich hervorgehen kann nur, wer ein erstklassiges Produkt zu billigem Preis herstellen und damit die Rentabilität der Pflanzung von Anfang an sichern kann. Bei eintretender Überproduktion hängt die Rentabilität der Kautschukpflanzungen in vermehrtem Maße ab von der Qualität des Kautschuks. Wie oben gezeigt, wird der beste Kautschuk von Hevea brasiliensis geliefert, und können von dieser I a Art im Laufe der nächsten Jahre solche Mengen auf den Markt gebracht werden, daß die Fabrikanten ihren ganzen Bedarf zu billigen Preisen mit erstklassigem Rohkautschuk decken können. Ein Zurückgreifen auf minderwertige Sorten wegen Marktleere ist dann unnötig.

Ficus, Castilloa, Manihot und Kickxia-Kautschuk haben sämtlich nicht den Marktwert wie Hevea. Ein Heveapreissturz muß also auch auf sie zurückwirken. In welchen Mengen und zu welchen Preisen der Markt bei Heveaüberproduktion dann diese II a Produkte kaufen wird, läßt sich nicht voraussagen. Auf jeden Fall gehen alle Pflanzungen, welche diese Kautschukarten als alleiniges Produkt angepflanzt haben, schweren Tagen entgegen, wenn der Marktpreis durch Heveaüberproduktion sinkt. Erschwerend für ihren Absatz dürfte auch der Punkt sein, daß sie nur in geringeren Mengen auf den Markt kommen, und daß sie sich auf verschiedene Märkte verteilen. Die Fabrikanten geben aber einem Produkt, das in bekannter Güte stets zu kaufen ist, und auf welches sie ihre Aufbereitungsarten (Vulkanisieren usw.) eingespielt haben, den Vorzug. Arbeiten mit wechselnden Kautschukarten erschwert den Fabrikbetrieb, da jede Art, ihrer chemischen und physikalischen

Eigenart wegen, andere Aufbereitung erfordert. Wenngleich sich also bis jetzt, wo nur verhältnismäßig geringe Heveakautschukmengen und diese nur zu hohem Preis auf dem Markt sind, auch für die anderen, minderwertigen II a Kautschukarten aus Pflanzungen stets noch willige Käufer fanden, so ist es zweifelhaft, ob dies zu für den Pflanzer annehmbaren Bedingungen psäter, wenn Hevea vorherrscht, auch noch sein wird. Da weitaus der größte Teil der Kautschukpflanzungen in den deutschen Kolonien nicht Hevea pflanzt, so werden auch unsere Kolonien von einer Heveaüberproduktion getroffen werden. Als unmittelbare Folge ergibt sich daraus die Notwendigkeit, bei allen Neuanlagen mit Kautschuk in den deutschen Kolonien vor allem Hevea zu berücksichtigen.

Für den Pflanzer kommt bei Betrachtung der Rentabilität der Pflanzung außer der zu wählenden Kautschukbaumart noch die Beziehung zwischen Herstellungskosten und Marktpreis in Frage. Mit geringen Kosten kann der Kautschuk nur hergestellt werden, wo durch sachgemäße Leitung die Anlagekosten und die Unterhaltungs- und Aufbereitungskosten gering sind. Dies hängt im wesentlichen von den Arbeiterverhältnissen und von dem Beginn der Ertragszeit, also von der Kürze der Bauzeit, ab.

Auch in dieser Hinsicht ist der Hauptproduzent des Heveapflanzungskautschuks, der indisch-malaiische Bezirk, den anderen Kautschukpflanzungsgebieten weit voraus.

Unzweifelhaft hat Niederländisch-Indien die günstigsten Arbeiterbedingungen von den sämtlichen Kautschukpflanzungsgebieten. Abgesehen davon, daß fast jede der großen Sunda-Inseln eine genügende Anzahl von Arbeitern für die dortigen Pflanzungen aufzuweisen hat, besitzt Niederländisch-Indien in dem dicht bevölkerten Java mit seinen dreißig Millionen Einwohnern gewissermaßen ein Arbeiterreservoir, aus dem der etwa eintretende Mangel an Arbeitern auf den anderen Inseln rasch und billig gedeckt werden kann.

Und nicht allein Niederländisch-Indien, sondern auch die Pflanzungen der Malaiischen Halbinsel können

zum Teil aus diesem Reservoir schöpfen. Auf den Pflanzungen dort arbeiten neben den Tamils und Chinesen auch Javaner, die den Ruf haben, sorgfältiger zu arbeiten als Tamils, die ihrerseits schneller die Arbeiten ausführen. Die Javaner erhalten einen Lohn von 25 Cents für Männer und 15 Cents für Frauen. Dazu kommt die Verpflegung mit 10 Cents pro Tag, so daß der Arbeitstag des Mannes auf 0,83 M. und der der Frau auf 0,60 M. zu stehen kommt, d. i. — nach den Angaben von Dr. Soskin — Tropenpflanzer 08 — etwas mehr als der Arbeitstag (nicht Verpflegungstag) des Kameruner Negers. Dabei ist aber die Leistung eines Javaners viel größer als die des Negers. Javaner müssen in drei Jahren 1014 Arbeitstage liefern. Die Zentralregierung von Niederländisch-Indien sucht die Auswanderung der Javaner zu erschweren und erteilt nicht gern die Erlaubnis zur Anwerbung von Arbeitern für das Ausland.

In ebenso günstiger Lage wie die Malay States befindet sich Ceylon, welches außer den einheimischen Arbeitern auch in Indien seine Arbeiter suchen kann.

Die billigen und guten Arbeitskräfte der englischen Gebiete beeinflussen sehr günstig die Anlagekosten der Kautschukpflanzungen. Die meisten Gesellschaften haben 1 acre Hevealand mit dem Aufwand von £ 25 angelegt und bis zur Tragfähigkeit unterhalten. Hierin ist der Bodenpreis nicht mit einbegriffen. Dies entspricht einem Kostenpreis des Hektars von 1250 M. Man darf sagen, daß wohl bis jetzt keine einzige deutsche Gesellschaft den Hektar Kautschukpflanzung mit 1250 M. angelegt hat. Der Bodenpreis ist auf Ceylon im Vergleich zu dem in dem größten Teil der deutschen Kolonien hoch zu nennen. Allgemein wird mit einem Preis von £ 5 pro acre, d. i. 250 M. pro Hektar, gerechnet. Die Herstellungskosten des fertigen Produktes belaufen sich im Durchschnitt in Ceylon auf 1 s. 8 d.

Die Vereinigung von klimatischen Vorzügen für die Heveakultur mit billigen, tüchtigen Arbeitskräften und mit langjährigen Erfahrungen in dieser Kultur geben dem indisch-malaiischen Bezirk einen eminenten Vorsprung vor den anderen Kautschuk produzierenden Ländern.

I. Hauptteil.

Die Urheimat der Hevea.

Verbreitungsgebiet.

Hevea brasiliensis und die mit ihr direkt verwandten Kautschukbäume ist einheimisch in dem Becken des Amazonenstromes und seiner Nebenflüsse.

Die Bäume, welche als die Stammpflanzen dieses Kautschuks in der Weltwirtschaft eine beherrschende Rolle spielen, gehören zu der Familie der Euphorbiaceen. Es sind dies etwa 13 bis 18 Arten der Gattung Hevea. Das Verbreitungsgebiet der Kautschuk liefernden Heveaarten hat schon in deren Urheimat eine ungeheure Ausdehnung. Es umfaßt das ganze Tiefland des Amazonenstromgebietes von den Deltainseln am Atlantischen Ozean bis in die unteren Hänge der Anden und vom südlichen Bolivien (19° S.) nach Norden bis über den Cassiquiare hinaus ins obere Orinocogebiet (4° N.). Außerdem finden sich noch Kautschuk-Heveen am Ober- und Mittellauf einiger Flüsse Guayanas. Innerhalb dieses gewaltigen Gebietes, welches an Größe der Hälfte Europas gleichkommt, gedeiht die Hevea vorzugsweise im periodischen Überschwemmungsgebiet der zahllosen Flüsse und dringt meist nur soweit in das Innere vor, als sie noch große Bodenfeuchtigkeit findet. Nur an dem überaus feuchten Ostfluß der Cordilleren wachsen die Bäume noch ziemlich hoch über dem Niveau der Flüsse sehr üppig und steigen dort an den Bergabhängen bis zu 800 m empor.

Die Hevea-Bäume bilden im Urwald nie zusammenhängende Waldungen. Sie kommen fast immer nur verstreut vor. Nach Wickham ist es ein seltener Zufall 2 oder 3 Heveen zusammen zu finden. Nach Clough kommt im Hauptverbreitungsgebiet (am Purus) eine

Hevea auf 80 andere Bäume. Am untern Amazonenstrom fand Groß zwischen den einzelnen Heveen Abstände von 10—100 m.

Wenngleich somit das Verbreitungsgebiet groß ist, so ist trotzdem das Klima sehr gleichmäßig. Die mittlere Temperatur schwankt zwischen 24 —32° C die jährliche Regenmenge beträgt 2000 bis 3000 mm. Die Hauptregen fallen von Januar bis Juni. In den übrigen sechs Monaten fällt, abgesehen von gelegentlichen starken Gewitterregen, nur wenig Regen. Die Luftfeuchtigkeit steht fast das ganze Jahr über an der äußersten Grenze der Sättigung. Der größere Teil des in Frage kommenden Gebietes des Amazonenstromes besteht aus dichtem Urwald, welcher auf fast ebenem Boden wächst. Alljährlich im Oktober beginnen die Flüsse langsam und fast ununterbrochen zu steigen, um etwa im Januar überall in die Wälder einzudringen, die sie im März oder April oft viele Hunderte von Quadratmeilen weit sintflutartig überschwemmen. Alsdann fällt das Wasser wieder, und der Urwald wird wieder allmählich trocken. Diese Überschwemmungen und das dadurch hervorgerufene schlechte Klima tragen Schuld daran, daß diese Gebiete unbewohnt sind, abgesehen von der jährlichen Ein- und Auswanderung der Kautschuksammler.

Hevea Arten.

Wenn wir nun die einzelnen Kautschuk liefern den Hevea-Arten bezüglich ihrer äußeren Erscheinung, ihres Vorkommens und ihres Handelswerteskurz beschreiben, so muß die Hevea brasiliensis Müll. Arg. wegen ihrer ganz überwiegenden Bedeutung an erster Stelle hervorgehoben werden.

Hevea brasiliensis Müll. Arg. (= Siphonia brasiliensis Kurth), die „seringueira boa“ und „s. verdadeira“ der Brasilianer ist der Parakautschukbaum par excellence. Nach den Angaben von Reintgen[1] erreicht in seiner Urheimat der Baum eine Höhe bis zu 40 m,

[1] Reintgen: Kautschukpflanzen (Tropenpflanzer 1905).

bei einem Durchmesser bis zu 1 m, in Manneshöhe gemessen. Der hohe glatte Stamm trägt eine verhältnismäßig kleine Krone von ziemlich lockerer Form. An den langen Blattstielen sitzen drei ovale Fiederblätter. Dieselben sind auf ihrer Oberseite dunkelgrün und unterseits hellgrün mit deutlich fühlbarer Nervatur und durch ihre lange Zuspitzung gut kenntlich. Die kleinen blaßgrüngelblichen Blüten sind rispig angeordnet. Die Frucht ist eine dreifächrige Kapsel, aus welcher die drei haselnußdicken Samen in der Reife unter dem Einfluß der Sonnenstrahlen mit deutlichem, puffendem Geräusch weit fort geschleudert werden.

Man findet diese Spezies nicht nur im ganzen Staatsgebiet von Para, sondern Ule fand sie auch am Madeira und am Jurua. J. Hubert meldete vom untern Javary, daß sie dort sehr häufig vorkommt und große Mengen vorzüglichen Kautschuk liefert. Am Nordufer des Amazonenstromes wächst der Baum nur selten. Es scheint, daß das Areal der Hevea brasiliensis sich von den Deltainseln des Amazonas in SW-Richtung über den ganzen, südlich vom Hauptstrom gelegenen Teil des großen Beckens erstreckt.

Hevea guaganensis Aubl. (= Jatropha elastica L., = Siphonia guaganensis Juss.). Die Krone dieses etwa 16 bis 20 m hohen Baumes ist, nach Henri Jumelles, verhältnismäßig klein und dicht belaubt. Die Rinde ist blaßgrün, hart und nicht so dick wie bei der vorigen Art. Der Baum kommt in Guagana und im Deltagebiet des Amazonenstroms auf der Insel Marago in großer Zahl vor. Er wird seines geringwertigen Kautschuks wegen aber nur wenig ausgebeutet. Als Kulturpflanze kommt diese Spezies wohl noch nicht in Betracht.

Hevea confusa Hemsl. Diese Spezies ist ein Baum von zirka 20 m Höhe mit langgestielten lanzettlichen Blättern. Ihre Heimat ist Britisch-Guayana. Sie scheint zu den bessern Kautschukpflanzen zu zählen. Sie wird im botanischen Garten zu Trinidad bereits kultiviert.

Hevea pauciflora Müll. Arg. (= Siphonia pauciflora Spruce). Dieser etwa 13 bis 17 m hohe Baum ist der H. confusa ähnlich und unterscheidet sich von

ihr durch größere Blüten und ihre etwas zugespitzten, lebhaft dunkelgrünen Blätter mit einem violetten Ton. Ihr Areal geht vom südlichen Guyana bis nach Manaos. Sie liefert eine geringe Ausbeute von Kautschuk mittlerer Qualität und wird daher nur selten zur Kautschukgewinnung herangezogen.

Hevea lutea Müll. Arg. Sie erreicht eine Höhe von 24 m und zeichnet sich durch ihre gelben, sehr stark riechenden Blätter aus. Ihr ausgedehntes Areal soll vom mittleren Rio Negro bis zum unteren Ucayali reichen. Sie gibt guten Kautschuk.

Hevea discolor Müll. Arg. (= Siphonia discolor Benth = Micranda hernata R. Br.). Diese wertvolle Spezies wurde zuerst von Martius in seiner „Flora brasiliensis“ als eine brauchbare Kautschukpflanze aus dem Mündungsgebiet des Rio Negro bei Manaos beschrieben. Sie ist die Haupterzeugerin des dortigen Kautschuks. Die Höhe des Baumes reicht nur wenig über 10 m hinaus, bei einem Stammdurchmesser bis zu 1 m. Hiedurch sowie durch die sehr weite horizontale Verzweigung der Krone und die oberseits glänzenden, dunkelgrünen, unterseits weißgrünen, etwas filzigen Blätter ist der Baum von andern Arten leicht zu unterscheiden. Der Kautschuk von H. discolor ist an und für sich von ganz hervorragender Qualität. Leider wird aber die natürliche Güte durch den scharfen Saft einer Liane, womit die dortigen Indianer das Gewinnen der Kautschukmilch zu beschleunigen pflegen, stark beeinträchtigt.

Hevea Benthamiana Müll. Arg. Dieser Baum ist, bei einer Höhe von nur 7—8 m, die kleinste aller bekannten Hevea-Arten und steht hierin sowie in mancher andern Beziehung der H. discolor am nächsten. Von dieser unterscheidet sie sich hauptsächlich durch den braunen Flaum auf Blättern und Blüten. Sie kommt am Rio Negro und Rio Waupes vor, liefert brauchbaren Kautschuk und wird in Venezuela bereits kultiviert.

Hevea vigidifolia Müll. Arg. (= Siphonia vigidifolia Benth.). Sie ist ein 10 m hoher Baum, noch wenig bekannt.

Hevea viridis Huber. Diese Art ist ein Baum von 20 m Höhe mit einer charakteristischen grauroten

Rinde und sehr weichen krautigen Blättern. Huber fand sie in großer Anzahl in den sumpfigen Wäldern am Rio Janayacu. Das Produkt ist sehr minderwertig.

Hevea Spruceana Müll. Arg. (= Siphonia Spruceana Benth). Diese Spezies ist, nach Ule, ein nur mäßig hoher Baum mit etwas niedrigerer, mehr ausgebreiteter Krone und ist namentlich durch den unten angeschwollenen Stamm ausgezeichnet. Nach den Forschungen Hubers scheint ihr Verbreitungsgebiet sich vom Beginn des Ästuariums des Amazonas längs dem rechten Stromufer und den meisten südlichen Nebenflüssen bis fast an den Fuß der Anden zu erstrecken. Der Milchsaft liefert, nach Ule, ein wenig gutes Produkt. Er wird daher auch nur gelegentlich gesammelt und mit der Milch von Hevea brasiliensis vermischt.

Außer den vorbeschriebenen 10 Hevea-Spezies sind in den letzten Jahren durch die verdienstvollen Forschungen von Ernst Ule noch 9 weitere Arten bzw. Formen als mehr oder weniger kautschukhaltig bekannt geworden, von denen freilich die meisten wegen ihrer sehr geringen Brauchbarkeit nur gelegentlich oder überhaupt nicht ausgebeutet werden.

Südamerikanische Kautschukarten im Handel.

Nach den Angaben von Spence in Lectures on India-rubber unterscheidet man folgende südamerikanische Kautschukarten von den verschiedenen Hevea-Spezies im Handel.

Handelsname	Geographischer Ursprung	Hauptexportplatz	Botanischer Ursprung
1. Para fine Island, soft cure 2. Para, entrefine, Islands entrefine 3. Negroheads oder Islands course Sernamby	Brasilien, die Inseln des unteren Amazonas und seines Deltas, u. andere Teile des Staates Para	Para	Hevea brasiliensis Müll. Arg. H. sp. ,Itauba' Ule H. spruceana Müll. Arg. Sapium taburu Ule
4. Fine Para, upriver, hard cure 5. Upriver entrefine, hard entrefine 6. Upriver course oder Manaos Scruppy Negroheads	Der Distrikt liegt an beiden Seiten des Amazonas flußaufwärts. Er umfaßt das Gebiet seiner Nebenflüsse: Jurua, Madeira, Rio Negro etc.	Manaos Para Iquitos Sorpa	H. bras. Müll. Arg. H. sp. Itauba Ule H. discolor Müll. Arg. H. sp. vom Rio Negro H. similis Hemse H. biglandulosum Ule Micranda siphonoides, Benth.
7. Cameta Negroheads	Südwest-Para	Cameta	H. bras. M. A. H. spruceana Sapium tabura

Handelsname	Geographischer Ursprung	Hauptexportplatz	Botanischer Ursprung
8. Caucho Balls	Amazonasdistrikt	Manaos	H. bras. und andere H.
9. Caucho Slabs and Strips	und seine südl. Nebenflüsse	Para, Jquitos, Serpa	Spezies, Castilloa Ule
10. Matto-Grosso, fine and entrefine	Provinz Matto Grosso	Mondevideo, Rio de Janeiro	H., wahrscheinlich brasiliensis und andere
11. Matto-Grosso, Virgin Sheets, White Para	"	"	
12. Matto-Grosso, Negroheads	"	"	
13. Bolivian, fine medium	Bolivia	Manaos, Mollendo	Verschiedene Arten von H.
14. Virgin, course, entrefine	Bolivia	Arica	Verschiedene Arten von Hevea
15. Uncut Bolivian	"		
16. Mollendo, fine, medium, course	Südbolivien und kleine Teile von Peru	Mollendo	
17. Peruvian, fine medium and scruppy Peruvian bails	Peru	Iquitos Manaos Mollendo	H. brasiliensis H. sp. ‚Itauba‘
18. Orinoco oder Angostura oder Ciudad Bolivar	Venezuela	Ciudad Bolivar	H. Knuthiana Hub.

Die exportierte Hevea brasiliensis.

Für den Pflanzer hat bei dem gegenwärtigen ausgedehnten Stand der Kautschukkultur diese Untersuchung über die botanischen Unterschiede wenig Wert, so wertvoll derartige Feststellung an und für sich dann auch sind, wenn man mit der Kultur neu beginnt. Der Pflanzer muß sich in der Mehrzahl der Fälle an das

Samenmaterial halten, das er im keimfähigen Zustand ohne allzugroße Schwierigkeiten in der Nähe der anzulegenden Pflanzung erhalten kann, und das vor allem von Bäumen herstammt, von denen die Erfahrung gelehrt hat, daß sie reichlich Kautschuk produzieren und daß sie den veränderten klimatischen und physikalisch-chemischen natürlichen Bedingungen des Neulandes entsprechen. Brasilien und Bolivia sind zu weit entfernt und zu schwer erreichbar und sind die Schwierigkeiten, lebende Heveapflanzen oder Samen zur Weitervermehrung von dorther zu erhalten, zu groß, als daß es sich ernsthaft lohnen würde, eine neue Abart der Hevea, die nur unter Umständen ein besseres oder reichlicheres Produkt liefern könnte, die sich also in verpflanztem Zustand noch nicht bewährt hat, einzuführen.

Hevea brasiliensis in Ostasien. Die ersten Heveapflanzen wurden 1876 in Ceylon durch Collins eingeführt. Von dort aus verbreitete sich dann Schritt für Schritt die Heveakultur im fernen Osten immer weiter, bis sie ihren heutigen gewaltigen Umfang angenommen hat. Mit dieser eingeführten Heveaart, deren Samen von der ursprünglichen Hevea brasiliensis herstammen, hat es der Pflanzer zu tun.

Botanische Beschreibung. Die in Ostasien und speziell in Ceylon, Süd-Indien, Straits-Settlements, Niederländisch-Indien und Neu-Guinea eingeführte Art wird dort in der Regel „Parakautschuk" genannt. Sie hat einen geraden, zylindrischen Stamm mit dünner grüner oder gelblich-grüner Rinde. Sie wächst 20—30 m hoch. Im allgemeinen rechnet man mit einem Höhenwachstum von 6—10 Fuß pro Jahr, und während der ersten 3—4 Jahre mit einem Dickenwachstum von 10 bis 12 cm. Die Pfahlwurzel ist kräftig entwickelt und die Seitenwurzeln bilden ein dichtes Gewebe. Man kann annehmen, daß in der Pflanzung sich die Seitenwurzeln während der ersten 10 Jahre um mindestens 1 Fuß im Durchmesser ausbreiten. Die Blätter setzen sich aus drei lanzettförmigen spitzauslaufenden Blattfingern zusammen, die an einem 15—25 cm langen Blattstengel

hängen. Die Blattfinger selbst sind in der Größe sehr verschieden. Die älteren Bäume haben oft kleinere Blätter als die jüngeren. Die Blätter sind weich, beim ersten Erscheinen lohfarbig, und werden nach ihrer völligen Entwicklung dunkelgrün.

In den ersten zwei oder drei Jahren ist der Baum immer grün. Vom dritten oder vierten Jahr ab wirft er alljährlich am Ende der Regenzeit seine Blätter ab. Nach den in Ceylon gemachten Erfahrungen beträgt die laublose Zeit 3—26 Tage. Dieses jährliche Abwerfen der Blätter muß in Rechnung gezogen werden, wenn die Kautschukbäume mit anderen Produkten zusammen gepflanzt werden, da die blätterlose Periode gewöhnlich dann eintritt, wenn die Trockenheit und die Temperatur der Luft am größten ist. Die womöglich auf Schatten angewiesenen Zwischenkulturen werden gerade dann den trockenen heißen Winden ausgesetzt, wenn kein Regen zu erwarten ist. Interessant ist es, daß in den Tälern des Amazonenstromes, wo Trocken- und Regenzeit umgekehrt wie in Ostasien sind, der Blätterabwurf und die Blüte- und Fruchtperiode des Baumes ebenfalls umgekehrt sind.

Die Hauptfruchtzeit des Baumes ist im Herbst. Wenngleich es auch zwei Perioden im Jahre gibt, in welchen Blüten und Früchte hervorgebracht werden, so gibt es doch stets nur eine reiche Fruchternte, und diese fällt in den Herbst.

Ausbreitung der Heveakultur.

In Ostasien und speziell in Ceylon wurde erst 1876 mit plantagenmäßigem Anbau von Hevea brasiliensis begonnen. Ursprünglich wandte man dem Baum nur wenig Interesse zu, da 1. der Baum infolge von zu tiefer Höhenlage und von zu ungünstigen Bodenverhältnissen nicht gut wachsen wollte, und da man 2. lange Zeit der Ansicht war, daß der Baum erst frühestens mit zehn Jahren gezapft werden könnte, und da 3. die Zapfergebnisse infolge von unrichtiger Zapfart selten $1^1/_2$ Pf. trockenen Kautschuk pro Baum und Jahr überschritten.

Erst als die Preise für Kautschuk infolge von vermehrtem Bedürfnis von Rohstoffen stetig stiegen, und erst als durch die Erfahrung bewiesen worden war, daß das in Kautschukpflanzungen arbeitende Kapital sich unerwartet hoch verzinste und als die Produktionsfähigkeit des Baumes durch verbesserte Zapfarten in unerwartet hohem Maße gesteigert worden war, vergrößerte sich die Kautschukkultur in kurzer Zeit enorm. Da gleichzeitig durch die praktische Erfahrung gelehrt worden war, daß Hevea brasiliensis einen den höchsten Marktpreis einbringenden Kautschuk hervorbringt, so war es selbstverständlich, daß Hevea überall, wo die äußeren Verhältnisse es erlaubten, gepflanzt wurde.

Kautschuk-Export aus Brasilien, Afrika, Asien. Die enorme Steigerung, welche die Kautschukausfuhr in den letzten Jahren durch das Entstehen von neuen Kautschukpflanzungen und durch die dadurch bedingte Produktionszunahme und durch äußerste Inanspruchnahme der wildwachsenden Bestände erfahren hat, ergibt sich aus folgender Zusammenstellung.

Land	Jahr	Exportierter Kautschuk	Quelle
Brasilien	1853	2 366 tons	Englisches
	1901	28 161 „	Consulat in
	1910	38 200 „	Para

Afrika	Jahr: 1909	1910	
	Exportierter	Kautschuk	
Französische Kolonien	6 647 tons	7 340 tons	India Rubber
Congostaat	5 217 „	5 000 „	Journal 1911
Portugiesische Besitzungen	3 161 „	3 504 „	
Englische Kolonien	1 974 „	2 818 „	
Deutsche Kolonien	2 114 „	2 800 „	
	19 113 tons	21 [illegible]62 tons	

Asien	Jahr	Exp. Kautschuk	
Vereinigte Malaienstaaten, Straits-Settlements	1906	425 tons	Director of
	1910	6 531 „	Agriculture for
	1911	3 000 „	F. M. S.
Ceylon	1903	19 tons	Chamber of Commerce Colombo
	1911	2 729 „	

Bepflanzte Strecken. Die Zunahme der bepflanzten Strecken ergibt sich aus folgender Zusammenstellung.

Jahr	Bepflanzte Strecken in
	Ceylon
1897 1910	650 acres 188.000 „
	Malaiische Halbinsel
1897 1910	350 acres 400.000 „
	Sumatra
1907 1911	20.800 acres 80.000 „
	Borneo
1906 1909	1.240 acres 4.992 acres

Deutsche Kolonien

1911	Deutsch-Neuguinea	6 306 acres	(davon 1 144 Hevea)
1909	Samoa	1 507 „	Nur teilweise Heveakulturen
1909	Kamerun	25 000 „	
1909	Ostafrika	40 000 „	

Es ist unmöglich, eine genaue Schätzung der auf der ganzen Welt mit Plantagenkautschuk bestandenen Fläche zu geben. Folgende Aufstellung (nach Wright Para Rubber London Maclaren Sons) gibt ein ungefähres Bild von der Fläche für 1912.

Land	Mit Kautschuk (Hevea) bepflanzt
Malayische Halbinsel	420 000 acres
Ceylon	238 000 „
Holländisch-Indien, Borneo, Pazifische Inseln	240 000 „
Südindien und Birma	42 000 „
Deutsche Kolonien	45 000 „
Mexiko, Brasilien, Afrika, Westindien zirka	100 000 „
Summe	1 085 000 acres

Klimatische Verhältnisse und Ausdehnungsmöglichkeiten in Amerika, Afrika, Asien.

In der folgenden Abhandlung ist nun zu prüfen, welche natürlichen Wachstumsbedingungen Hevea brasiliensis in denjenigen Gebieten hat, in welchen sie in wildwachsendem Zustand vorkommt, oder in welche sie mit Erfolg künstlich eingeführt wurde. Aus dem Vergleich der einzelnen vorhandenen klimatischen Einflüsse, aus der Höhenlage, von welcher an und bis zu welcher lukrative Pflanzungsmöglichkeit gegeben ist, aus dem Regenfall und seiner Verteilung auf die einzelnen Monate, und aus den einzelnen, von Hevea besonders bevorzugten Bodenarten ergibt sich dann ohne weiteres, in welchem Neuland natürliche Bedingungen für Einführung bzw. günstige Weiterentwicklungsmöglichkeiten für die Heveakultur von Anfang an vorhanden sind. Daraus läßt sich dann unmittelbar die weitere Ausbreitungsmöglichkeit von Heveakulturen ersehen. Wie sehr gegen die einfachsten, natürlichen Anforderungen des Baumes verstossen wird, das zeigt ein Teil der Kautschukpflanzungen in Ceylon und in den Straits Settlements deutlich. Eine Pflanzung, welche in keiner äußeren Bedingung den Anforderungen des Baumes, und mag er noch so anpassungsfähig sein, entspricht, kann selbstverständlich keine befriedigenden Resultate geben.

Klima in Brasilien. Die Urheimat der Hevea zeichnet sich, wie schon oben kurz erwähnt, durch ein sehr gleichmäßiges Klima, das in der Regel 27—28° C beträgt, und dessen Grenzen mit 24° C gegeben sind, aus. Charakteristisch ist die scharfe Trennung in eine Regenzeit von Januar bis Juni und eine Trockenzeit mit gelegentlichen Gewittern.

Die folgenden von Laplace in seiner Schilderung der Heveakultur gegebenen Regentabellen veranschaulichen dies:

	Regenmenge in Para	Regenmenge in Manaos
Januar	263 mm	250 mm
Februar.........	320 „	243 „
März	338 „	300 „
April	336 „	330 „
Mai	237 „	191 „
Juni	144 „	129 „
Juli	125 „	76 „
August	108 „	46 „
September	82 „	39 „
Oktober	63 „	100 „
November.......	59 „	162 „
Dezember	129 „	261 „
	2 204 mm	2 127 mm

Die ausgedehnten Forschungen in den Kautschukwäldern Brasiliens stimmen alle darin überein, daß Hevea zwar auch in den zeitweise völlig überschwemmten Strecken längs der Flußufer vorkommt, daß aber die kräftigsten und am meisten Ertrag liefernden wilden Bestände auf den höher gelegenen Strecken wachsen. Es kommen dort Stämme mit einem Umfang bis zu 3 m, wenn auch vereinzelt, vor.

Bis jetzt sind in Brasilien nur wenige künstlich angelegte Heveapflanzungen vorhanden. Die Hauptmenge des exportierten Kautschuks kommt aus den fast unerschöpflich scheinenden Urwäldern des Amazonenstromes und seiner Nebenflüsse. Auf den ersten Blick erscheint dies Fehlen von ausgedehnten Kautschukpflanzungen befremdend, denn es ist doch zu erwarten, daß dort, wo die Urheimat des Baumes ist, auch das natürliche Anpflanzungsgebiet für Plantagenbetrieb liegt. Die Hauptgründe, weshalb in Brasilien bis jetzt nur verhältnismäßig wenig Pflanzungen entstanden sind, sind in dem Arbeitermangel und den dadurch bedingten hohen Arbeitslöhnen, in der Unaufgeschlossenheit des Landes und in den durch Zölle jeder Art ungemein verteuerten Lebens- und Arbeiterverhältnissen zu suchen.

Die brasilianische Regierung unterstützt die Anlage von Kautschukpflanzungen, indem sie denjenigen

Gesellschaften, die sich zum Anbau von einer Million Kautschukbäume (zirka 5 5000 ha) entschließen, Land kostenlos zur Verfügung stellt und ihnen für lange Jahre freien, von keinem Zoll belasteten Export des Plantagenkautschuks gewährt.

Speziell der Staat Para gewährt bei kleineren Anpflanzungen Herabsetzung des Kautschukexportzolles, ermäßigte Frachten, freien Transport von landwirtschaftlichen Maschinen, Saat usw. Außerdem werden auf größerer Grundlage gegründete Unternehmungen finanziell unterstützt. Derartig unterstützte Gesellschaften müssen sich verpflichten: jährlich mehrere Tausend Bäume anzupflanzen, die vom Agricultural Departement gegebenen Bestimmungen zu befolgen, und Leute zur Weiterausbreitung der Plantagenkultur auszubilden. Werden die gegebenen Anordnungen nicht befolgt, dann kann der Staat das Besitztum übernehmen.

Die Regierung zahlt für jeden dreijährigen Kautschukbaum in Plantagenkultur eine Prämie. Nach Angaben von Dr. Huber in Para wurden 1910 für $4^1/_2$ Mill. Bäume in Para auf diese Weise Prämien bezahlt.

Westindien:

Die Niederschlagsmengen in Westindien gehen aus folgender Zusammenstellung hervor: [Wright]

Trinidad, Botanischer Garten	1 700 mm
Grenada, St. Patrick	2 352 ,,
St. John	3 775 ,,
St. Andrew	1 750 ,,
St. David	2 500 ,,
St. George	3 460 ,,
Jamaika	2 800 ,,

Dieselbe Erscheinung wie in Brasilien ist auch in Westindien. Obwohl durch die ausgedehnten Kakaopflanzungen bewiesen ist, daß Hevea, welche annähernd dieselben klimatischen und physikalischen Eigenschaften hat, wie Kakao, gute äußere Verhältnisse finden würde, hat man sich erst in jüngster Zeit zum plantagenmäßigen Anbau entschlossen. In Trinidad findet die Kultur anscheinend die güngstigsten Bedingungen.

In Jamaika und Hayti wurde die Kultur widriger Verhältnisse wegen aufgegeben.

Englisch-Guiana:

In Englisch-Guiana beträgt die jährliche Regenmenge nach Angaben des Botanischen Gartens in Georgetown: 2 320 mm. An der Küste sind die starken Winde der Kultur hinderlich. Die Temperatur fällt selten unter 70° F. Es sind dort zirka 1 700 acres Land unter Kautschukkultur. Das Gouvernement sucht die weitere Ausbreitung der Kultur durch folgende Erleichterungen zu befördern:

1. Abgabe von Land zu billigem Mietspreis.

2. Während der ersten 10 Jahre Abgabe von 2 cents für jedes Pfund Kautschuk, das aus dem gemieteten Land stammt.

3. Verpflichtung jedes Jahr $^{1}/_{25}$ des Landes mit Kautschukbäumen zu bepflanzen, u. zwar per acre mindestens 60 Bäume.

4. Sobald $^{10}/_{25}$ des Landes bepflanzt sind, ist die jährlich zu bepflanzende Strecke dem Mieter überlassen.

5. Das Gouvernement hat das Recht der Inspektion.

6. Wildwachsende Kautschuk- oder Balatabäume dürfen bei Anlage der Pflanzung nur mit Erlaubnis des Gouvernements gefällt werden.

In Holländisch-Guiana sind günstige Bedingungen für die Heveakultur gegeben. Es bestehen dort bereits 36 Pflanzungen.

Heveakultur in Afrika.

Nach den Angaben von Wright, a. a. O., sind ungünstige Arbeiterverhältnisse und Transportschwierigkeiten die Hauptgründe für das langsame Vorwärtsschreiten der Kautschukkultur in Afrika. Boden und klimatische Verhältnisse in vielen Teilen des äquatorialen Afrikas sind günstig für die Heveakultur. Plantagenmäßiger Anbau kommt bis jetzt nur vor an der Westküste (Sierra Leone, Goldküste, Kamerun), in Zentralafrika (hauptsächlich im Kongo und in Uganda) und in Ostafrika. Am ausgedehntesten ist die Kultur im Kongobecken. Bei der Neuanlage besteht eine große Schwierigkeit in der Beschaffung von Pflanzmaterial, das vielfach erst aus Ostasien bezogen werden muß.

In Kamerun wird Heveakultur seit 1889 betrieben. Es stehen 25 000 acres unter Kautschukkultur, die Hälfte davon Hevea, die andere Funtumia. Togo dürfte sich seines trockenen Klimas und seiner ausgedehnten Steppenformation wegen nicht für die Kultur von Hevea eignen. In Deutsch-Ostafrika, das bereits zirka 40 000 acres Kautschukkulturland (Ceara, Castilloa, Funtumia) besitzt, kommen die großen Flußniederungen nahe der Meeresküste für Heveakultur in Betracht. Am günstigsten sind die Aussichten für Heveakultur in Kamerun. Wie bereits von Professor Preuß nachgewiesen wurde, gedeiht der Baum sowohl in den ausgedehnten und von zahlreichen Flüssen und Flußarmen bewässerten Küstenebenen wie auch am Fuß und an den unteren Hängen des Kamerungebirges gleich ausgezeichnet.

Klimatisch sind für Heveakultur in Westafrika die regenreichen Strecken von Süd-Nigeria, Kamerun, Sierra Leone, Liberia, Elfenbeinküste und abgegrenzte Strecken des Kongofreistaates geeignet. Es gibt dort Strecken mit einem jährlichen Regenfall von 4000 mm.

In den meisten dieser Strecken ist Heveakultur hauptsächlich auf das energische Betreiben der Regierung hin versucht worden, jedoch sind die Versuchspflanzungen noch so jung, daß man sich noch kein abschließendes Urteil bilden kann.

Heveakultur in Ostasien.

Der plantagenmäßige Anbau von Hevea in größerem Stiel erfolgt bis jetzt nur in Ostasien. Nach den oben gemachten Angaben sind dort gegenwärtig etwa 940 000 acres mit Kautschukbäumen bepflanzt. Das Zentrum der Entwicklung bildet Ceylon und die Malaiische Halbinsel. Die Gründe für die enorme Entwicklung der Kautschukkultur in diesen englischen Kolonien sind der verschiedensten Art:

1. Schnelles Wachstum und gute Erträge der Bäume, die bedingt werden durch günstige klimatische und Bodenverhältnisse.

2. Heveasamen und Heveakultur ist in Ceylon bereits seit 1876 eingeführt, wenngleich auch der enorme Aufschwung der Kultur erst im letzten Jahrzehnt eintrat.



3. Tatkräftige Unterstützung der Regierung für die Unternehmen in Form von Regulierung der Arbeiterfrage, in Form von billiger Landabgabe, in Form von staatlich unterhaltenen Versuchsstationen und in Form von dauernder, jedem einzelnen Pflanzer zugänglicher Belehrung über die gemachten Fortschritte.

4. Enger Zusammenschluß aller beteiligten Kreise, um durch vereinigte Arbeit und vereintes Nachdenken die ganze Kultur so zu fördern, daß sie die besten Resultate ergibt.

5. Geschultes Personal in leitenden und arbeitenden Stellen.

6. Großes Zutrauen des heimischen Kapitals zu den angelegten und neu anzulegenden Pflanzungen. Dadurch schnelle Entwicklung der Kultur selbst in jeder Beziehung, die jedem einzelnen Pflanzer zugute kommt.

Klima in Ceylon.

Aus den großen Erfolgen, welche der plantagenmäßige Anbau von Hevea brasiliensis bis jetzt bereits in Ceylon und auf der Malaiischen Halbinsel gezeitigt hat, kann man am besten ersehen, daß die exportierte Hevea in Ostasien unter wechselnden Bedingungen gute Resultate liefert.

An folgenden Orten in Ceylon mit nachstehenden klimatischen Bedingungen ist Hevea mit Erfolg angepflanzt worden (Surveyor General's Report, 1902):

Distrikt	jährlicher Regenfall	mittlere Temperatur	Höhe über N. N.
Kalutara	3750 mm	—	70 m
Colombo	2175 ,,	80,7 F	13 ,,
Heneratgoda.....	2650 ,,	—	11 ,,
Kelani	4025 ,,	—	85 ,,
Kurunegala	2100 ,,	—	133 ,,
Kegalla	3050 ,,	—	243 ,,
Kandy..........	2025 ,,	75,5 F	550 ,,
Matale	2100 ,,	—	403 ,,
Ratnapura	3775 ,,	79,1 F	28 ,,
Galle	2275 ,,	79,9 F	16 ,,
Ragama	2500 ,,	79,5 F	—

Die erforderliche Vereinigung von Regenmengen, Temperatur und Höhenlage schaltet von vornherein viele Teile der Tropen als untauglich für diese Kultur aus. So kommen z. B. in Ceylon ebensowohl wie in Indien oder auf der Malaiischen Halbinsel weite Landstrecken in den gebirgigen Teilen nicht für Hevea-Anlagen in Betracht, da dort die Temperatur zu nieder oder die Niederschlagsverhältnisse ungünstig sind. In Ceylon hat man 700 m über N. N. und einen jährlichen Regenfall von 1750 mm als die Grenze der Kulturmöglichkeit herausgefunden. Wenngleich Hevea in Ceylon auch noch bei 5000 mm Regen per Jahr und auch in regenarmen Strecken bei künstlicher Bewässerung fortkommt, so haben diese Zwangsversuche für die Praxis keinen Wert.

Bezüglich der Höhenlage ergab die Praxis in den Vereinigten Malaienstaaten, daß dort das Heveawachstum am besten in einer Höhe vom Meeresspiegel bis zu 300 m ist. Mit dieser Erfahrung stimmen auch die in Sumatra durch die Praxis herausgefundenen Regeln überein, nur geht man dort noch weiter, indem man alles Land, das unter direktem Einfluß der Meeresluft steht, als untauglich für Heveakultur ausschaltet. Dieselbe Erfahrung gilt auch für Neu-Guinea.

Klima auf der Malaiischen Halbinsel.

Nach der statistischen Zusammenstellung des Gouvernements der Vereinigten Malayenstaaten wird das dortige Klima wie folgt beschrieben: „Das Klima ist sehr gleichmäßig und kann im allgemeinen als heiß und feucht beschrieben werden. Der jährliche Regenfall beträgt, mit Ausnahme der nahe an den Gebirgszügen gelegenen Strecken, im Durchschnitt 2250 mm. In der Nähe der Gebirge steigert er sich um zirka 50%. Es gibt keine ausgesprochene Trockenzeit. Im allgemeinen ist Juli der trockenste Monat. Die meisten Niederschläge erfolgen von Oktober bis Dezember und im März-April. Der Regen fällt selten vor 11 Vorm., so daß man mit Bestimmtheit nahezu stets 6 Stunden Arbeitsmöglich-

keit im Freien während des ganzen Jahres zur Verfügung hat. Die mittlere Temperatur beträgt 80° F. Eine 10jährige Registratur der Temperatur ergab stets nur 3° F. Unterschied zwischen dem heißesten bzw. kältesten (Mai bzw. Dezember) Monat.

Die jährliche Regenmenge beträgt in

	Perak 1894—1903	Selangor 1894—1903	Negro-Sembilan 1896—1903
Januar	265 mm	165 mm	130 mm
Februar.......	170 „	155 „	160 „
März	202 „	230 „	210 „
April	210 „	267 „	268 „
Mai	185 „	227 „	195 „
Juni	137 „	147 „	147 „
Juli	105 „	100 „	112 „
August	127 „	150 „	147 „
September	162 „	190 „	147 „
Oktober	325 „	325 „	227 „
November.....	300 „	285 „	255 „
Dezember	320 „	247 „	190 „
	2608 mm	2488 mm	2188 mm

Aus obigen Niederschlagstabellen geht hervor, daß für Hevea brasiliensis in Ceylon und vor allem auf einem großen Teil der Malaiischen Halbinsel alle Anforderungen, die sie in dieser Hinsicht an das Klima für schnelles Wachstum stellt, in vollem Maße erfüllt findet.

Bepflanzte Strecken in Ceylon und auf Malaiischer Halbinsel.

Aus der Vereinigung der von Natur aus günstigen Wachstumsbedingungen mit äußerst günstigen, billigen und guten Arbeiterverhältnissen und mit regem Interesse kapitalkräftiger Kreise für die gewinnbringende Kautschukkultur in jenen Ländern läßt sich das schnelle Anwachsen der Heveakultur erklären.

Jahr	Ceylon	Malaiische Halbinsel
	bepflanzte Fläche in acres	
1897	650	350
1902	4 500	7 500
1903	7 500	?
1904	25 000	?
1905	40 000	38 000
1906	100 000	99 230
1907	150 000	179 227
1908	170 000	241·138
1909	174 000	292 035
1910	188 000	400 000

Klima in Java.

Die klimatischen Verhältnisse von Java sind in vieler Hinsicht denen in Ceylon ähnlich. Nach Angaben von Professor Treub beträgt für Buitenzorg-Westjava die mittlere Temperatur 23,6—25,3 C. Die Regenmenge betrug für

	Buitenzorg: 1904 (Westjava)	Pasaroean (Ostjava)
Januar	417 mm	221 mm
Februar.......	455 „	192 „
März	169 „	287 „
April	204 „	33 „
Mai	541 „	155 „
Juni	389 „	27 „
Juli	312 „	48 „
August	344 „	18 „
September	388 „	— „
Oktober	799 „	11 „
November.....	312 „	24 „
Dezember	498 „	110 „
	4828 mm	1116 mm

Der mittlere Durchschnitt von 1901/04 betrug: 4416 mm bzw. 1200.

Ursprünglich hatte man in Java hauptsächlich den dort einheimischen Ficus elastica gepflanzt (1910 zirka 62 000 acres unter Fiscuskultur). Hevea wurde in größe-

rem Maßstabe erst seit 1905 gepflanzt (1910 zirka 47 050 acres Heveakultur).

Da durch die seitherigen Anlagen zur Genüge bewiesen ist, daß Hevea in Java günstige Wachstumsbedingungen hat, und da das Land über eine zahlreiche, arbeitswillige und um billigen Lohn arbeitende einheimische Bevölkerung verfügt, und da außerdem die Regierung die Anlage von Pflanzungen energisch unterstützt, so breitet sich auch dort diese Kultur schnell und stetig aus.

Nach Angaben von Mr. R. C. Wright sind die am meisten für Heveakultur zu berücksichtigenden Distrikte in Java: ein Teil von Bantam, ein großer Teil von Preanger, ein Teil der Südost- und vielleicht ein Teil der Nordseite Javas.

Ähnlich wie in Java liegen die Kulturverhältnisse für Hevea in Sumatra, wenngleich dort schon die Arbeiterfrage sich nicht so leicht lösen läßt wie in Java.

Klima in der Südsee.

Von den in der Südsee liegenden Gebieten kommt neben den Philippinen, wo die Kautschukkultur aber teils durch unregelmäßigen Regenfall und teils durch die starken Winde keine schnellen Fortschritte macht, hauptsächlich Neu-Guinea und Samoa als Heveakulturland in Betracht. Die Niederschlagsmenge in Kaiser Wilhelmsland ist groß, und fallen in der Astrolabebucht, die zunächst als Kautschukland in Betracht kommt, die Regen meistens während der Nacht, wodurch das Zapfen des Baumes erleichtert und der Kautschukausfluß stark befördert wird. Die Niederschlagsmenge in der Astrolabe-Ebene beträgt im Durchschnitt:

Januar	355 mm	Juli	152 mm
Februar	295 „	August	126 „
März	336 „	September	110 „
April	385 „	Oktober	150 „
Mai	276 „	November	420 „
Juni	130 „	Dezember	390 „
			3125 mm

Die mit Kautschukbäumen bepflanzte Fläche betrug 1911: zirka 6 000 acres. Davon 1144 acres Hevea.

Das Wachstum der Heveabäume befriedigt, wenn man die Pflanzung nicht so nahe an der Küste anlegt, daß die Kulturen den salzhaltigen Seewinden direkt ausgesetzt sind. Der Hauptgrund, weshalb Neu-Guinea bis jetzt noch so wenig aufgeschlossen ist, liegt in der Vorherrschaft der Neu-Guinea-Compagnie und in dem geringen Entgegenkommen, das Privatanlagen dort von der Regierung entgegengebracht wird, und in dem eng damit verbundenen Fernbleiben von größerem Arbeitskapital. Ein krasser Gegensatz zu den englischen Kolonien! Die Arbeiterverhältnisse in Neu-Guinea sind günstig.

In Samoa beträgt die jährliche Regenmenge nach Angaben von Professor Wohltmann 1600 bis 3500 mm. Durch die erfolgreiche Kultur von Kakao ist der Beweis erbracht, daß das Klima sich ebenfalls für Heveakultur eignet. 1909 waren 1507 acres unter Kautschukkultur, davon 1418 Hevealand. Die Arbeiterverhältnisse in Samoa sind ungünstig.

Anforderungen der Hevea an Klima und Boden.

Allgemeine klimatische Voraussetzungen für den Hevea-Anbau.

Aus der geographischen Verbreitung der Hevea in ihrer Urheimat und in den durch Export neu hinzugetretenen Gebieten geht hervor, daß der Baum einen ausgedehnten Grad von Anpassungsvermögen besitzt, daß er aber nur in nächster Nähe des Äquators mit Aussicht auf Erfolg gepflanzt werden kann.

Die Minimaltemperaturgrenze für kürzere Zeiten ist mit etwa 22° C gegeben. Je gleichmäßiger die Temperatur, bei hohem Sättigungsgrad der Luft mit Feuchtigkeit, ist, und je mehr sie sich im Mittel 27° C nähert, um so besser ist das Wachstum des Baumes.

Je gleichmäßiger die Regenmenge über das ganze Jahr verteilt ist, d. h. je weniger ausgesprochen die unvermeidliche regenärmere Zeit ist, um so schneller und stärker ist das Wachstum des Baumes. Wenngleich

Hevea in ihrer Urheimat auch trotz ausgesprochener Trockenzeit gut wächst, so wird doch durch das bedeutend stärkere Wachstum des Baumes auf vielen Pflanzungen der Malaiischen Halbinsel auf das deutlichste gelehrt, daß sich das Wachstum in unerwarteter Weise durch dauernde große, gleichmäßig warme Luft- und Bodenfeuchtigkeit steigern läßt.

Eine allgemeine Höhengrenze für das erfolgreiche Wachsen der Hevea ist schwer zu geben. Eine solche Grenze ist direkt von der mit den Breitegraden und der Höhe abnehmenden Temperaturhöhe und Steigerung der Niederschlagsmenge abhängig. Im allgemeinen ist die Heveakultur überall bis zu einer Höhe von 300 m über N. N. möglich, wenn klimatische und Bodenverhältnisse den gestellten Forderungen entsprechen. Eine Anlage der Pflanzung über 300 m verlangt eingehende Beurteilung aller örtlichen und speziellen Verhältnisse. Ein ebenso schwer sich bemerkbar machender Fehler in der Höhenlage ist auf der anderen Seite eine zu tiefe Lage der Pflanzung zu nahe am Meere. Alles Land, und mag es noch so gut sein, das unter direktem Einfluß der Seewinde steht, ist, wie schon oben betont wurde, von der Heveakultur unter allen Umständen auszuschließen.

Anforderungen der Hevea an den Boden.

Die Frage, auf welchem Boden Hevea brasiliensis am besten wächst, ist schwer allgemein zu entscheiden. Das Hauptbestreben des Pflanzers beim Aussuchen des Pflanzungsgeländes ist es vor allem, ein Gelände zu finden, das dieselben Wachstumsbedingungen des Baumes wie in seiner Urheimat oder dort, wohin er mit Erfolg exportiert wurde, in Hinsicht auf Klima, Höhenlage und Bodenverhältnisse darbietet.

Auf Grund der Angaben von Croß, welcher die ersten Heveasamen aus Brasilien mitgebracht hatte, suchte man in Ceylon das Wachstum des Baumes ursprünglich dadurch zu fördern, daß man die jungen Pflanzen in sumpfiges oder gelegentlich überschwemmtes Land setzte. Die mit dieser Pflanzweise erzielten Re-

sultate waren in der Regel unbefriedigend. Ein Teil der Bäume wächst im Amazonasgebiet zwar auch unmittelbar neben den Flüssen und auf Boden, der oft monatelang unter Wasser steht. Aber — damit ist schließlich nur wieder die große Anpassungsfähigkeit des Baumes an die verschiedensten Verhältnisse bewiesen. Denn aus den Schilderungen von Naturforschern und aus den Angaben der eingeborenen Zapfer geht hervor, daß die Urheimat der Hevea in Brasilien nicht in jenen feuchten Sumpfwäldern, sondern auf von jeder Überschwemmung freien, höher gelegenen Plätzen zu suchen ist. Nur an diesen trockeneren Plätzen entwickelt sich der Baum erst zu seiner vollen Mächtigkeit und nur dort liefert er in seiner Urheimat das reichlichste Produkt.

Aus dem anatomischen Aufbau des Baumes geht hervor, daß er von Natur aus nicht die Fähigkeit oder die Anlage zum typischen Sumpfbaum hat. Nirgends an ihm finden sich ausgesprochene äußere anatomische Charakteristika in dieser Beziehung. Weder die Blätter noch die Zweige oder die Wurzeln sind in irgendeiner Hinsicht xerophytisch; sie haben stets die gewöhnliche Form von ausgesprochenen tropischen Landbäumen.

Mechanische Zusammensetzung von Heveaböden.

Der Boden in den brasilianischen Urwäldern ist nach Angaben von Churchill nicht durch große Fruchtbarkeit in chemischer Beziehung, sondern durch Tiefe und gleichmäßigen Aufbau ausgezeichnet: „ein steifer Boden mit Mergeloberfläche".

Aus dem Verbreitungsgebiet der Hevea geht hervor, daß der Baum an allen Orten in physikalischer Hinsicht größere Anforderungen an den Boden stellt als in chemischer.

Zunächst verlangt Hevea einen möglichst großen Feingehalt des Bodens. Die Bäume ziehen aus den fein zerteilten Bodenpartikeln einen großen Teil ihrer Nahrung, und deshalb ist es von großer Bedeutung, daß der Feingehalt einen hohen Prozentsatz der Gesamtmasse ausmacht.

Nach den Angaben von Wright zeigen einige Ceylonböden, auf welchen Hevea gut wächst, folgende mechanische Zusammensetzung:

Feiner Boden, durch 90 Maschen pro □ inch fallend	14—59%
Feiner Boden, durch 60 Maschen pro □ inch fallend	16—36%
Mittlerer Boden, durch 30 Maschen pro □ inch fallend	1—14%
Grober Sand und kleine Steine	4—60%

Nach Angaben von Bamber ist die mechanische Zusammensetzung von gutem Kautschukboden in den Vereinigten Malaien Staaten folgende:

	Alluvialer Tonboden		Sandiger Lehmboden	
Feiner Boden (90 Maschen)	96,0%	68,00%	36,00	26,00
Feiner Boden (60 Maschen)	4,0	32,00	38,00	30,00
Mittlerer Boden (30 Maschen)	—	—	8,00	22,00
Grober Sand, Steinchen	—	—	18,00	22,00
	100,0	100,0	100,00	100,00

Böden mit allzu feiner mechanischer Zusammensetzung sind für die Kultur weniger gut geeignet als gröbere Typen, da letztere häufig eine schnellere und vollständigere Zirkulation von Luft und Wasser in dem Boden gestatten. Die Fähigkeit des Bodens, Feuchtigkeit aufzuspeichern, hängt von seinen physikalischen Eigenschaften und von der Menge organischer Bestandteile in ihm ab.

Hevea brasiliensis verlangt in der Pflanzung einen möglichst tiefen, durchlässigen Boden, der in geringem Maße Feuchtigkeit für längere Zeit in sich hält. Es ist nicht unmöglich, Hevea in einem sumpfigen Gelände anzupflanzen, aber dann muß man Erdhügel aufwerfen und den Boden durch Zuführung von Kalk, Lehm oder Sand verbessern. Außerdem ist hier, wie in allen Fällen, wo das Grundwasser weniger als 1 m unter der Bodenoberfläche steht, für ausgedehnte, sorgfältige Drainage

zu sorgen. Derartige ausgedehnte künstliche Bodenverbesserung ist in der Regel aber so kostspielig, daß man in vielen Fällen besser tut, derartiges Land von der Heveakultur auszuschließen.

Zum Aufbau gebrauchte Substanzen.

Um die Anforderungen des Baumes in chemischer Hinsicht feststellen zu können, ist die Analyse der einzelnen Teile des Baumes erforderlich. Nach Feststellung des botanischen Gartens in Peradenyia ist enthalten bei Trocknung in 100° C:

	Frische Blätter	Verrottete abgefallne Blätter	Abgefall. Blattstengel	Holz	Zweige
	%	%	%	%	%
Wasser	70,00	60,00	60,00	60,00	50,00
Asche	4,69	4,08	3,18	3,12	2,62
Kalk	0,51	1,40	0,80	0,80	0,83
Magnesia	0,56	0,89	0,30	0,15	0,17
Kali	1,72	0,54	0,64	0,30	0,28
Phosphorsäure	0,66	0,30	0,15	0,18	0,09
Stickstoff	3,44	1,92	0,84	0,59	0,62

Leider kann ich keine genauen Angaben machen, wie groß demgemäß der jährliche Nährstoffverbrauch des Baumes ist. Zu beachten ist jedenfalls, daß Hevea dem Boden nur das entnimmt, was zu ihrem Aufbau nötig ist. Eine Verarmung des Bodens durch ihre Kultur tritt nicht ein, da der gezapfte Kautschuk chemisch derart zusammengesetzt ist, daß eine direkte Bodenverschlechterung durch die Ernte nicht zu befürchten ist. Im Gegenteil haben Bodenanalysen in Heneratgoda (Ceylon) gezeigt, daß der Boden sich unter Heveakultur chemisch verbessert, wenn alle vom Baum abgeworfenen Blätter in ihn wieder eingearbeitet werden. Stets zu beachten ist aber, daß der Baum durch das Zapfen einen Teil seiner Rinde verliert, und daß deren Wiederersatz um so schneller vor sich geht, je reger das ganze Wachstum des Baumes ist. Und dieses ist unmittelbar von den klimatischen Einflüssen und vom Bodenreichtum

abhängig. Demgemäß ergibt sich, daß das Wachstum am besten dort sein wird, wo dem Baum von Anfang an alle zu seinem Aufbau erforderlichen Nährstoffe von Natur aus oder durch künstliche Zuführung zur Verfügung stehen.

Chemische Zusammensetzung von Heveaböden in Ceylon und auf Malaiischer Halbinsel.

Die Böden, auf welchen Kautschuk in Ceylon gepflanzt wird, sind vom chemischen Standpunkt aus verhältnismäßig arm. Der Kaligehalt beträgt 0,03—0,04, der Phosphorsäuregehalt 0,01—0,1, und der Stickstoffgehalt 0,1—0,5%. Es hat sich in Ceylon durch die Praxis bewiesen, daß zweifellos die physikalischen Eigenschaften des Bodens und die klimatischen Verhältnisse von größerem Einfluß auf die Entwicklung des Baumes sind, als ein ausnehmend reicher Boden.

In Ceylon wächst Hevea sehr gut auf alluvialem Boden, der folgende Beschaffenheit zeigt: 0,13% Kalk, 0,162% Kali, 0,076% Phosphorsäure und 0,23% Stickstoff.

Lehmboden, der sich als hervorragend geeignet für Heveakultur auf der malaiischen Halbinsel bewiesen hat, enthielt in der dortigen Zusammensetzung nach den Angaben von Bamber: 0,012—0,13% Phosphorsäure (im Durchschnitt 0,076%); Kali ist oft nur in geringen Spuren oder gar nicht enthalten; 0,2—0,9% Stickstoff.

Boden vulkanischen Ursprungs eignet sich, wie die Pflanzungen in Java zeigen, ausgezeichnet für die Heveakultur.

II. Hauptteil.

Plantagenmäßiger Anbau von Hevea brasiliensis.

Anlage der Pflanzung.

Nachdem in obenstehenden Abhandlungen die natürlichen Voraussetzungen für erfolgreichen Anbau der Hevea brasiliensis ausführlich behandelt worden sind, ist jetzt zu untersuchen, welche Punkte bei der Anlage der Pflanzung besonders zu beachten sind.

Vorbereitung des Pflanzungsgeländes.

Brennen. Das Brennen des am Ende der Regenzeit geschlagenen Busches erfolgt, sobald das geschlagene Holz soweit ausgetrocknet ist, daß man mit Sicherheit auf die Vernichtung des größten Teils des Holzes rechnen kann. Im allgemeinen empfiehlt es sich, alle Stämme möglichst nahe über dem Boden abschlagen zu lassen. Ausnahmen werden nur bei den stärksten Exemplaren gemacht, welche etwa 50 cm bis 1 m über dem Boden abgehackt werden. Um die stehenbleibenden Stümpfe werden dann später beim Brennen während der Aufräumungsarbeiten Scheiterhaufen gebaut, und ist es auf diese Weise möglich, den größten Teil des vorhandenen Holzes zu verbrennen. Als Grundsatz beim Brennen gilt: alles verbrennen, was möglich ist, und den Rest, wenn irgend möglich, aus dem Boden bzw. der Pflanzung entfernen. Je stärker im Anfang gebrannt wurde, und je weniger Holzüberreste übrig bleiben, um so geringer ist die Gefahr, daß in dem fast keimfreien Gelände schnell Pflanzenkrankheiten neu entstehen oder Heveafeinde neu auftreten. Im Interesse der Zukunft der Pflanzung ist es somit gelegen, daß diese Arbeiten, welche den Grundstock der Pflanzung bilden, möglichst sorgfältig ausgeführt werden.

Windbrecher und Schutzstreifen in der Pflanzung. In Anbetracht der vorhandenen Gefahr, daß in Pflanzungen, welche lediglich aus einer einzigen Baumart bestehen, leicht sich schnell verbreitende Baumkrankheiten auftreten können, empfiehlt es sich, einen Teil der Pflanzung mit andern als den in der Hauptmasse angepflanzten Bäumen zu bepflanzen oder die einzelnen Schläge bei großer Ausdehnung der Pflanzung durch irgendwelche Schutzstreifen voneinander zu trennen. In vereinzelten Fällen verwendet man zu solchen Schutzstreifen Urwaldstreifen von ca. 20 m Breite.

Künstlich angelegte Schutzstreifen müssen, um einen wirksamen Schutz zu bieten, zu einer anderen botanischen Klasse als die der Hauptkultur gehören. In Rangoon hat man so z. B. die einzelnen Schläge 300×300

Fuß gepflanzt und sie durch 5 Fuß breite, rechtwinklig sich treffende Schläge mit Leguminosen oder anderen Bäumen getrennt.

Wo die Gefahr einer Beschädigung der jungen Anpflanzung durch Wind vorhanden ist, haben sich Urwaldschutzstreifen oder die Anlage von Ficus elastica-Streifen als vorteilhaft bewährt. Vgl. „Gemischte Pflanzungen".

Wege. Über die Anlage von Wegen, Brücken und sonstigen Verbindungen in der Pflanzung lassen sich keine allgemein giltigen Grundsätze aufstellen. Alles in dieser Hinsicht muß im einzelnen Fall verschieden, d. h. den lokalen Verhältnissen angepaßt, vom Pflanzer entschieden werden.

Einzäunung. Nach der Anlage der Saatbeete ist es unbedingt notwendig, die jungen Pflanzen sowohl dort, als nach ihrer Auspflanzung im Gelände vor ihren Feinden (Wildschweinen, Hirsche, Rindvieh usw.) zu schützen. Um diesen Tieren das Eindringen in die Pflanzung oder in die Saatbeete unmöglich zu machen, muß unbedingt eine Einzäunung des Geländes vorgenommen werden. Einfacher Stacheldraht in mehreren Reihen übereinander schützt nicht in allen Fällen genügend. Macht man aber eine Kombination von Stacheldraht mit einer festen Hecke aus, womöglich dornigem Gestrüpp, dann ist dies schon nach 1—2 Jahren der beste Dauerschutz für die Pflanzung. Im allgemeinen hat es sich als praktischer herausgestellt, zunächst nur denjenigen Teil einzuzäunen, der im laufenden Jahr bepflanzt wird, also nicht von Anfang an das ganze Pflanzungsgelände. Man erhält auf diese Weise verschiedene Pflanzungsblocks, aus welchen eingedrungene Feinde leichter zu vertreiben sind. Unglücklicherweise haben verschiedene von den Gesträuchern, welche sich durch ihre Dornen oder durch ihr starkes Wachstum am besten zur Heckenanlage empfehlen würden, wie z. B. Lantana, das Bestreben, sich unverhältnismäßig schnell und weit überallhin in der Pflanzung auszubreiten, und ist ihre Vertreibung aus der Pflanzung, wo sie schädlich wirken, mit großen Kosten verbunden. Als Heckengestrüpp

kommt in Frage: Acacia farnesiana. Bei weitem am meisten zu empfehlen ist Carissa carandas in der Voraussetzung, daß sie energisch beschnitten wird, um sie zum Wachsen in die Höhe zu zwingen.

Drainage. Es ist falsch anzunehmen, daß Drainage überflüssig sei, da Hevea in der geschlossenen Pflanzung eine Forstkultur darstellt. In fast jedem Boden ist Drainage unbedingt erforderlich, um freie Zirkulation von Luft, Wasser und Nährstofflösungen im Boden zu ermöglichen, und um das Wegwaschen des Bodens in hügeligem Gelände zu verhindern. Die gegenseitige Entfernung und die Tiefe der Gräben hängt von den lokalen Bodenbeschaffenheiten ab. In feuchtem oder sumpfigem Land, das nur wenig Gefälle hat, sollen die Gräben so breit und so tief wie nur irgend möglich sein, und entweder zwischen jeder einzelnen Baumreihe oder, in Ausnahmefällen, sogar um jeden einzelnen Baum herumlaufen. In hügeligem Gelände beträgt die Tiefe der Gräben am besten nur ca. 50 cm. Sie werden senkrecht zum Fall gezogen, um die Bildung von Regenrinnen zu vermeiden. Der Abstand der einzelnen Gräben hängt von dem Gefälle und von klimatischen Einflüssen ab: in ebenem Gelände reicht ein Abstand von 20—25 m aus. In Hügelland müssen sich die Gräben unter Umständen bis auf 10 m nähern.

Pflanzlöcher. Die Pflanzlöcher für die junge Hevea müssen groß angelegt werden, da die Pflanze für jede gute Behandlung sich durch vermehrtes Wachstum dankbar erweist. Unter Berücksichtigung des schnellen Wachstums der Nährwurzeln nach der Seite ist ein Loch mit 3 Fuß oberer Weite, 2 Fuß Tiefe und 1 Fuß unterer Breite nicht zu groß. Dieses Pflanzloch wird mit einer Mischung von guter Oberflächenerde und Lauberde oder völlig zersetztem Stalldung aufgefüllt. Die Erde, welche ursprünglich am tiefsten lag, wird nicht mit eingefüllt.

Pflanzmaterial.

Auswahl der Samen. Durch richtige Samenauswahl läßt sich zweifellos die Zukunft der Pflanzung

günstig beeinflussen. Zum großen Teil scheitert eine strenge Durchführung der Saatselektionstheorie aber daran, daß Hevea ihre Samen nach der Reifung selbsttätig auf den Boden wirft. Bei enger Pflanzweite ist es stets schwierig, wenn nicht unmöglich, zu entscheiden, ob die unter einem Baum gefundenen Samen auch wirklich von diesem Baum abstammen. Läßt sich die Herkunft der Samen bestimmen, dann sind von Anfang an die Samen von Bäumen auszuschalten, die in Qualität oder Quantität unregelmäßigen Ausfluß des Latex zeigen. Zur Anlage einer Pflanzung soll nur der Samen der bestentwickelten Bäume, die reiche Belaubung, starke Stammentwicklung und guten Kautschukertrag zeigen, verwendet werden. Es ist nicht empfehlenswert, Samen von Bäumen, die noch nie gezapft worden sind, zur Aussaat zu verwenden, da es möglich sein kann, daß der Kautschukertrag der Bäume, selbst bei normaler Entwicklung, unzureichend ist. Wenn die Bäume nur leicht gezapft wurden und durch die Wegnahme der Rinde nicht in Ihrem Aussehen gelitten haben, so nimmt man den Samen am besten von denjenigen Exemplaren, die neben guter Entwicklung gute Erträge geliefert haben.

Bepflanzen des Geländes.

Zum Bepflanzen des Geländes hat man folgende Möglichkeiten: entweder man legt die Samen direkt von Anfang an an die Stelle, wo der Baum stehen soll, oder man legt sie in Saatbeete und beschneidet die Pflänzlinge vor dem Auspflanzen (Stumpverfahren), oder man legt sie in Pflanzkörbe und setzt die Pflänzlinge in diesen aus.

Auslegen der Samen in das Pflanzungsgelände. In der Regel legt man die Samen nicht direkt an ihren späteren Standpunkt im Pflanzungsgelände aus, da hierdurch von Anfang an dauernde peinlichste Reinigung der Pflanzung, welche die Betriebskosten sehr belastet, erforderlich ist. Außerdem ist die Gefahr, daß die Pflänzlinge, welche nicht in der sorgfältigen Weise wie in den Saatbeeten überwacht und gepflegt werden

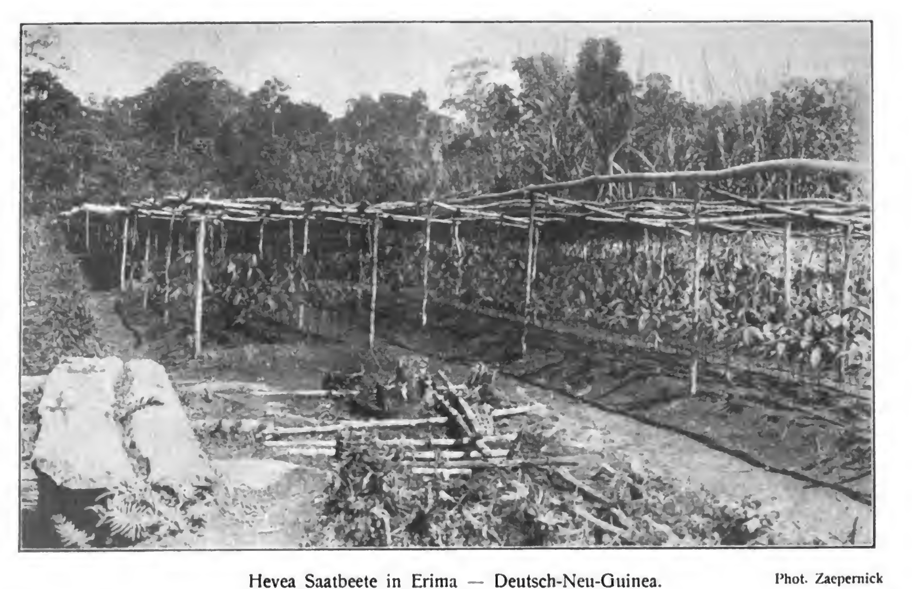
können, durch irgendwelche äußeren Einflüsse (zu starke Sonnenbestrahlung oder heftiger Regen) oder durch tierische Feinde beschädigt werden können, außerordentlich groß. Da außerdem noch durch Versuche festgestellt ist, daß kein merklicher Unterschied im Wachstum zwischen den Gelände- und Saatbeetpflänzlingen ist, so hat das direkte Aussetzsystem keine Vorteile, sondern nur Nachteile.

Zur Anlage der Pflanzung wendet man in fast allen Fällen entweder das „Stumpsystem" oder das „Saatkorbsystem" an.

Das „Stumpsystem" geht in folgender Weise vor sich: Saatbeete. Nach Auswahl des Platzes für die Saatbeete (Nähe von Wasser, zentrale Lage in der Pflanzung zur Erleichterung des späteren Transportes an die Pflanzlöcher) wird der Boden der Beete sorgfältig umgearbeitet und das Saatbeetgelände unter Schattendächer gesetzt, welche die einzelnen etwa 1 m breiten Einzelbeete, die durch Wege voneinander getrennt sind, beschatten.

Die Samen werden etwa $1^1/_2$ cm tief eingedrückt und zwar so, daß die an der flacheren Seite befindliche Furche horizontal nach unten zu liegen kommt. Diese Lage entspricht der natürlichen Wachstumsrichtung des jungen Würzelchen und des die Keimlappen tragenden Teils des Keimlings. Bei entgegengesetzter Lage des Samens müssen beide Organe erst eine Drehung um 180° ausführen, wobei sie sich leicht miteinander verschlingen, was für die Entwicklung der jungen Pflanze nicht förderlich ist.

Beabsichtigt man, die Sämlinge 10—12 Monate in den Saatbeeten zu lassen, ehe man sie verpflanzt, so müssen sie einen gegenseitigen Abstand von 20—25 cm haben, um sich voll entwickeln zu können. Während der Keimung und des Wachsens in den Beeten muß das Bestreben des Pflanzers dahin gehen, das Wachstum mit allen Mitteln zu befördern. Sehr zu empfehlen ist die Verarbeitung von Rindviehdung in die Saatbeete kurz vor dem Einlegen der Samen und eine weitere Düngung mit zweckentsprechend zusammengestelltem,



Hevea Saatbeete in Erima — Deutsch-Neu-Guinea. Phot. Zaepernick

künstlichem Dünger nach etwa 4 Monaten. Bei trockenem Wetter ist morgens oder abends Begießen der Beete erforderlich. Mit fortschreitender Entwicklung der Pflänzlinge werden die Schattendächer stets mehr und mehr gelichtet, so daß sich die junge Pflanze nach etwa 6 Monaten an das volle Sonnenlicht gewöhnt hat.

Ist das Pflanzungsgelände völlig hergerichtet und hat die Regenzeit eingesetzt, dann wird an einem regnerischen Tage mit dem Auspflanzen begonnen. Unter den Pflanzen im Beete wählt man die stärksten aus.

Vom Verpflanzen in das Gelände werden ausgeschieden: alle Bäumchen mit gespaltenen Pfahlwurzeln und alle von einer Krankheit befallenen oder durch Tiere beschädigten Exemplare.

Stumpsystem. Diese ausgewählten Pflanzen werden mit einem scharfen Spaten ausgestochen. Die Pfahlwurzel wird so lang als möglich belassen und ihr Ende mit einem sehr scharfen Messer schräg und gut abgeschnitten, ebenso der noch grüne obere Teil des Pflanzlings an der Stelle des Überganges des grünen in das schon verholzte Stämmchen. Auch die Faserwurzeln werden belassen. Um ein schnelles Anwachsen der beschnittenen Wurzeln zu erzielen, werden sie bis zum Wurzelhals in eine nicht zu dünnflüssige Mischung aus Lehm mit Wasser und Rindviehmist eingetaucht. Auf das Stammende wird ein Erdklumpen von der Größe eines Eies gesteckt, das mit einem Stück Bananenblatt mittels Bast am Stamm festgebunden wird. Dies geschieht, um die Wunde sowohl vor starker Sonne als vor Ungeziefer zu schützen. An den Augen entwickeln sich bei günstiger Witterung nach ungefähr 20 Tagen Triebe, von denen der kräftigste belassen wird. Nach einem Jahre sind Trieb und „Stump" miteinander verwachsen.

Es ist ohne weiteres klar, daß ein derartiges rohes Verfahren selbst von ungeübten Arbeitern leicht auszuführen ist, da das Einführen dieser Stumps in die Pflanzlöcher fast keine Schwierigkeiten bietet, wenn der Arbeiter aufpaßt, daß der Wurzelhals richtig zu liegen kommt und daß die noch vorhandenen Seitenwurzeln



Chinese mit Heveastumps. Phot. Zaepernick

ihrer Richtung entsprechend ausgebreitet werden. Die enorme Widerstandsfähigkeit und Lebenskraft der Hevea wird hierbei von neuem bewiesen, da man beim Stumpverfahren mit über 90% anwachsenden Pflänzlingen rechnen kann. Das Stumpverfahren ist die sicherste Methode, und diese wird auch in den Straits Settlements am meisten angewendet. Man hat beim Herausnehmen aus dem Saatbeet die Gewißheit, es mit einer durchaus gesunden Pflanze zu tun zu haben, da die Auswahl bei solch älterem Pflanzmaterial erleichtert ist.

Saatkorbmethode. Will man die Gewißheit haben, daß die Pflanzen beim Umpflanzen aus dem Saatbeete möglichst wenig beschädigt werden, und daß durch diesen Wegfall der Wurzel- und Laubbeschädigung das Wachstum fast gar nicht unterbrochen wird, dann ist man auf den Gebrauch von Saatkörben angewiesen. An Stelle dieser geflochtenen Bambuskörbchen können einfache Bambusglieder treten. Der Bambus ist fest, ausreichend breit und der Abstand von einem Knoten zum andern beträgt leicht 30 cm. Man stellt diese Behälter so nahe wie möglich aneinander und füllt sie mit guter Erde. Haben die Samen unter derselben sorgfältigen Behandlung wie in den Saatbeeten sich zu kleinen Stämmchen nach 4—6 Monaten entwickelt, dann ist das Aussetzen in das Gelände einfach: man gräbt vorsichtig die Behälter aus, beschneidet sorgfältig die beim Ausgraben etwa gequetschten Wurzeln, und setzt den Behälter in das vorbereitete Pflanzloch, wo er sehr bald in der Erde zerfällt. Die Bambusröhren werden vor dem Einsetzen gespalten und die Wände fortgeworfen. Die zylindrische Säule in ihnen läßt sich leicht ohne Beschädigung der Wurzeln einsetzen.

Die Kosten des einzelnen Körbchens sind so gering, und die dem Baum angetane Wohltat so groß, daß man dieses Verfahren in allen Fällen anwenden sollte, selbst wenn es teurer kommt als das Stumpverfahren. Bei Körbchenanwendung sind nach dem Auspflanzen in das Gelände nur in Ausnahmefällen Fehlstellen in der Pflanzung zu erwarten. Die Bäumchen sind bedeutend widerstandsfähiger gegen äußere Einflüsse.

Reinkultur oder Mischkultur.

Bei Anlage der Pflanzung wird der Pflanzer vor die wichtige, aber schwer zu entscheidende Frage gestellt, ob er Hevea als einziges Produkt oder als Mischprodukt mit andern hochwertigen Kulturen anpflanzen soll.

Die Vorteile der Reinkultur sind:

1. Leichte Überwachung der Pflanzung.
2. Leichtes Arbeiten, da die ganze Pflanzung nach demselben System behandelt wird.
3. Durch die hierdurch bedingte Spezialisierung ist die Möglichkeit sorgfältigster Aufbereitung des Kautschuks und dadurch Erzielung eines hochwertigen, jederzeit konkurrenzfähigen Produktes gegeben.
4. Bei den gegenwärtigen hohen Preisen hohe Rentabilität der Pflanzung.

Die Nachteile der Reinkultur sind:

1. Leichtes Entstehen und schnelle Verbreitung von Pflanzenkrankheiten und von tierischen Parasiten.
2. Möglichkeit, daß die Pflanzung bei der zu erwartenden Überproduktion teilweise, oder bei Erfindung von billigem künstlichem Kautschuk, völlig entwertet wird.

Die Vorteile einer gemischten Pflanzung sind:

1. Verminderung der Krankheitsgefahr.
2. Unter Umständen, bei schnell sich entwickelnder Zwischenkultur, pekuniäre Einkünfte, noch bevor die Heveabäume gezapft werden können.
3. Mischkulturen sind in der Regel langlebiger.
4. Eventuelle Verbesserung der Bodenqualität.
5. Der Wert der Pflanzung wird bei zwei hochwertigen Produkten weniger gefährdet, falls ein Preissturz eintritt.
6. Bei entsprechend großer Pflanzweite können in einer Pflanzung zwei verschiedene Kulturen betrieben werden, ohne daß sie sich gegenseitig im Wachstum stören.

Die Nachteile einer gemischten Pflanzung sind:

1. Zersplitterung der Aufmerksamkeit auf die verschiedenen Kulturen.

2. Stärkere Inanspruchnahme des Bodens und dadurch eventuelle Bodenverarmung auf Kosten der Hauptkultur.

3. Eventuelles langsameres Wachsen der Hevea auf Kosten der Hauptkultur.

4. Wenn beide Kulturen im Produktionsalter sind, so verlangen sie viele Arbeitskräfte.

5. Kurze Zwischenkulturen rentieren oft nicht genügend.

Nachstehende Tabelle gibt einen Überblick über die Verteilung von Rein- und Mischkulturen in den Hauptproduktionsländern: [Wright]

Land	Bepflanzte Strecke		Bemerkungen
	mit Reinkultur	mit Mischkultur	
Malaiisch. Halbinsel	333 000 acres Hevea	67 000 acres	Mischkultur hauptsächlich von Chinesen und Eingeborenen betrieben. 5 230 acres Hevea u. Kaffee 5 458 „ Hevea u. Kokospalmen 1 496 „ Hevea u. Zucker 17 000 „ Hevea u. Mischkultur
Ceylon	130 000	100 000 acres Hevea mit Tee oder Kakao	In kleinen Mengen Tapioka, Zucker, Bananen
Südindien	Wenig Reinkultur		Große Flächen Hevea mit Kaffee
Java	Vereinzelt reine Hevea-Pflanzungen	Ausgedehnte Mischkultur mit Kaffee und Kakao	Große Vorliebe für Mischkultur bedingt durch reichen Boden
Sumatra	Wenig Reinkultur in Hevea	Mischkulturen: 19 Pflanzungen: Hev. mit Kaffee; 2 Pflzg. Kaffee — Kokospalmen — Hevea; 4 Pflzg. Tabak — Hevea; 2 Pflzg. Tapioka — Hevea; 1 Pflzg. Kaffee — Tabak — Hevea; 1 Pflzg. Kokospalmen — Hevea; Erdnuß — Hevea 1 Pflanzung.	

Zwischenkulturen.

Hat man sich zur Anlage einer gemischten Pflanzung, wie dies wohl in den meisten Fällen eintreten wird, entschlossen, dann hat man zweierlei Möglichkeiten:

Entweder man wählt Zwischenkulturen von kürzerer Dauer, welche lediglich den Zweck haben, die Bauzeit der Pflanzung, d. h. die Zeit, in welcher aus den gepflanzten Kautschukbäumen noch kein pekuniärer Gewinn gezogen werden kann, mit geringen oder gar keinen Betriebskosten zu überstehen, oder man entscheidet sich für eine dauernde, auf lange Jahre bestehende baumförmige zweite Kultur neben der Kautschukkultur.

Kurzlebige Zwischenkulturen. Beabsichtigt man die Einführung einer Zwischenkultur, welche nicht länger als 6—12 Monate dauert, so muß man sorgfältig darauf achten, sie nicht zu nahe an die Kautschukbäume zu pflanzen. Man muß für das Wurzelwachstum nach der Seite eine jährliche Radiuszunahme von 1 bis 2 Fuß rechnen, und unter allen Umständen mit diesen Kulturen so weit vom Stamm abbleiben, daß sie nicht in die Kautschukwurzelfläche kommen. Stets muß das Blattwerk oder die erhaltene Asche in den Boden verarbeitet werden. Die meisten der zur Zwischenkultur in Frage kommenden Pflanzen verbrauchen sehr viel Nährstoffe aus dem Boden, und ist es deshalb in allen Fällen, wo nicht ausnehmend reicher Boden zur Verfügung steht, im Interesse der Pflanzung, nicht mehr als im höchsten Falle drei Ernten produzieren zu lassen. In vielen Fällen muß man sich auf eine einzige Ernte beschränken, und es ist daraus klar, daß nur Pflanzen, deren Aufbereitung keine großen Kosten verursacht, für diese Zwecke in Betracht kommen können.

Als Zwischenkulturen werden gepflanzt: Lemon-Gras, Citronella-Gras, Gambir, Erdnuß, Tapioka, Baumwolle, Manilahanf, Mais, Chillies, Ananas, Tabak, Zucker, Bananen und Indigo.

Der unternehmungslustige Pflanzer hat also eine große Auswahl. Aber alle, denen die Zukunft ihrer

Pflanzung am Herzen liegt, werden es sich reiflich überlegen, ob sie nicht besser tun, auf die immerhin problematischen Einnahmen aus obigen Zwischenkulturen zu verzichten und den Boden zwischen den Hauptkulturen nur mit einem der Gründünger, siehe „Düngung", zu bepflanzen.

Mischkultur mit Kakao oder Kaffee. Bedeutend vorteilhafter als die Zwischenkultur von kurzlebigen Pflanzen ist die Anlage einer gemischten Pflanzung von Hevea mit Kakao oder mit Kaffee.

Ausgedehnte Flächen in Ceylon sind mit Hevea und Kakao bepflanzt, und haben bewiesen, daß beide Kulturen vorteilhaft nebeneinander lange Jahre bestehen können, wenn der Kakao in die Mitte der Kautschukbaumreihen gepflanzt wird. Die Wurzeln des Kakaos durchziehen den Boden nicht zu dicht, wenngleich auch nach langen Jahren ein Kampf um die Existenz zwischen beiden Kulturen eintreten wird, bei dem in vielen Fällen der Kakao unterliegt. In den ersten Jahren wächst Kakao unter dem leichten Schatten der Heveabäume sehr gut. Die beste Pflanzweite ist 7×7 m zwischen Hevea- und zwischen den Kakaoreihen. Wichtig ist es, daß beide Kulturen zu gleicher Zeit angelegt werden, da Kakao später nur schwer anwächst, wenn Hevea den Boden bereits mit ihren Wurzeln durchzogen hat. In Ceylon rechnet man pro Jahr mit einer Ernte von 1 bis 2 cwt. per acre. Nachteilig ist für die Kombination beider Kulturen, daß beide mehrere gemeinsame Feinde haben, so daß etwa ausbrechende Krankheiten sich leicht weiter verbreiten können. Eine derartige Pflanzung verlangt dementsprechend dauernd die peinlichste Überwachung.

Wird Kaffee und Hevea zu gleicher Zeit gepflanzt, so hängt die Lebensdauer der Kaffeebüsche hauptsächlich von dem gegenseitigen Abstand beider Kulturen ab. Pflanzt man Hevea im gegenseitigen Abstand von 30×25 Fuß, so empfiehlt es sich, in die Reihen mit gegenseitigem Abstand von 30 Fuß je 4 bis 6 Fuß voneinander entfernte Kaffeereihen zu pflanzen. Dann ist nach den gemachten Erfahrungen jahrelanges gemein-



Hevea und Kaffee.

sames Wachstum möglich, da dann die Beschattung für den Kaffee nicht zu stark ist. Vom 3. oder 4. Jahre ab rechnet man mit 10—20 cwt. per acre pro Jahr.

Schattenbäume.

Schattenbedürfnis der Hevea in der Jugend. In der Frage, ob Hevea Schatten braucht oder nicht, gehen die Ansichten weit auseinander. Nach den gesammelten Erfahrungen ist man in der Praxis zn dem Schluß gekommen, daß Schatten nicht nur unnötig, sondern geradezu schädlich ist, sobald der Baum etwa 20 Fuß hoch ist. Anderseits hat die Erfahrung gezeigt, daß der Baum in seiner Jugend Schutz und Schatten gebraucht: Schutz vor starken Winden sicher, und in vielen Fällen auch Schatten gegen die Sonne in trockenen heißen Tagen. Wird Hevea aus den Saatbeeten in das Gelände verpflanzt, dann ist es in fast allen Fällen empfehlenswert, abwechselnde Reihen schnell wachsender Bäume zum mindesten gleichzeitig, am besten jedoch schon früher zu pflanzen. Diese Beschattung ist so lange nötig, bis die Hevea durch ihre Belaubung selbst den Stamm beschatten und im Boden eine ausreichende Menge Feuchtigkeit festhalten kann. Diejenigen Pflanzungen, welche schon bei ihrer Anlage dieses Schattenbedürfnis des jungen Baumes berücksichtigen, zeigten während der ersten Jahre bereits ein stärkeres Wachstum.

Schattenbäume. Die Auswahl dieser Schattenspender hängt von der Gegend ab. Zu empfehlen sind: Carica papaya oder Baumarten: Erytrina indica und Moringa pterygosperma. Haben sie ihren Zweck erreicht, so kann man ihre Blätter und jungen Zweige zur Gründüngung verwenden, indem man sie um den Heveabaum herum in den Boden einarbeitet. Sehr zu empfehlen ist die häufig in Ceylon vorkommende Erythrina lithosperma, da sie den Boden durch Stickstoff bereichert, ohne ihn allzuviel von den speziell von Hevea verlangten Nährstoffen zu entziehen.

Bei Einführung von Beschattung ist die Pflanzweite für Hevea etwa 20×20 Fuß, und 20×10 Fuß (oder

20×5 Fuß, wenn Papaya gepflanzt wird, da diese sich nicht weit verzweigt) für die Schattenbäume, d. h., wenn die Pflanzreihen von Norden nach Süden laufen, was stets das beste ist, jeder zweite Schattenbaum in der Reihe steht, bei einem Abstand 20×10 Fuß, östlich von einem Kautschuckbaum und westlich von einem andern (ausgenommen am Rand der Pflanzung). Der dazwischenkommende Schattenbaum steht so, daß er die Strahlen der Morgen- und Abendsonne auffängt. Schutz in vertikaler Richtung gegen die Sonnenbestrahlung ist einzig und allein nur in den ersten Tagen nach dem Auspflanzen erforderlich und läßt sich leicht dadurch erreichen, daß man einige große, dichtbelaubte Zweige irgendeines Baumes neben der ausgepflanzten Hevea fest in den Boden steckt.

Pflanzweite.

Der Zweck jeder Kautschukpflanzung ist, eine möglichst große Ernte von bester Qualität möglichst früh und möglichst lange mit möglichst geringen Herstellungskosten zu erhalten.

Die Menge des zu zapfenden Kautschuks und das Alter, von welchem ab die Bäume so stark sind, daß sie gezapft werden können, hängt in jeder Hinsicht also von der zapfbaren Rindenoberfläche, d. h. von der Anzahl der vorhandenen Bäume ab. Die Baumanzahl pro Flächeneinheit ist bedingt von der Pflanzweite.

Die vollste Entwicklung zeigt der alleinstehende Baum, der sich nach allen Seiten hin ausdehnen kann. Es ist aber ohne weiteres klar, daß man in Rüchsicht auf die Ausdehnung der Pflanzung und auf die Steigerung der Reinigungs- und Betriebskosten die einzelnen Bäume nicht so weit auseinander pflanzen kann, daß jeder Baum die vollste Entwicklungsfähigkeit hat. Für den Pflanzer kommt es bei Bestimmung der Pflanzweite, in welcher er seine Pflanzung anlegen will, darauf an, einen den örtlichen Verhältnissen (Bodengüte, Niederschlagsmenge) angepaßten Kompromiß zu finden zwischen

1. der Ausnutzung der gegebenen Pflanzstrecke und
2. zwischen dem natürlichen Wachstum des Baumes und
3. zwischen der Möglichkeit, dieses Wachstum trotz engen Pflanzens so sich entwickeln zu lassen, daß der Baum frühzeitig in zapfbares Alter eintritt.

Natürliche Entwicklung. Die Grundlage zu der Berechnung der möglichen Pflanzweite gibt das natürliche, uneingehemmte Wachstum des Baumes auf Boden mittlerer Güte.

Bei der natürlichen Entwicklung des Baumes erhält man:

Alter der Bäume	Durchm. der Laubkronen in Fuß	Anzahl Bäume per acre	Dem natürl. Wachstum entsprechende Pflanzweite in Fuß
4	12	302	11 × 22
6	15	193	15 × 15
8	25	70	25 × 25
10	30	35	30 × 40
12	35	30	35 × 40
15	40	27	40 × 40

Vom rein kaufmännischen Standpunkt der Rentabilität aus ist es nicht möglich, diesen botanischen Anforderungen des Baumes vollauf zu entsprechen. Der Pflanzer will nicht prächtig entwickelte Bäume, wie sie als Schaustücke im Botanischen Garten gezeigt werden könnten, sondern er will lebenskräftige Bäume in großer Anzahl mit großer zapfbarer Rindenoberfläche auf der Flächeneinheit. Der Kaufmann im Pflanzer verlangt somit engere Pflanzweite als die natürliche. Nach ihm müssen die Bäume so eng gepflanzt werden, daß der Baum gerade noch die Möglichkeit zur Entwicklung eines kräftigen Stammes hat.

In diesem Suchen nach Verminderung der Abstände zwischen den einzelnen Bäumen kommt die Natur dem Pflanzer entgegen und erlaubt es ihm, wenigstens für die ersten Jahre eine enge Pflanzenweite anzuwenden. Denn durch aufmerksame Beobachtung hat man gefunden, daß weitgepflanzte Bäume nicht bedeutend früher in zapfbares Alter kommen, als wenn sie eng gepflanzt sind. Bis etwa zum 4. Lebensjahre tritt der

Unterschied, der durch die Pflanzweite auf das Dickenwachstum des Baumes ausgeübt wird, nicht merklich hervor. Erst vom 5. Jahr ab macht sich bei größerer Pflanzweite vermehrtes Dickenwachstum stärker bemerkbar. Der Baum hat eben selbst in den reichsten Böden eine Grenze der Entwicklungsfähigkeit.

Vor- und Nachteile der engen Pflanzweite.

Aus diesen oben genannten Gründen hat man sich überall zur Verengung der von Natur aus für die Entwicklung nach dem 4. Jahre wünschenswerten Zwischenräume entschlossen. Mit dieser verengten Pflanzweite sind folgende Vorteile verbunden:

1. Die Flächeneinheit wird vollständig ausgenutzt.
2. Die jungen Bäume bilden schnell ihre eigene Beschattung.
3. Dadurch tritt Steigerung der Kautschukbildung in der Rinde ein und wird
4. der Boden länger feucht gehalten.
5. Die Zapfarbeit wird erleichtert, da die einzelnen Bäume gerade in die Höhe wachsen, ohne sich zu verzweigen.
6. Durch die erschwerten äußeren Bedingungen tritt eine natürliche Aussonderung der schwächsten, also auch an Kautschuk ärmsten Bäume ein, ohne daß dieser Ausfall sich am Ertrag bei der großen Anzahl Bäume ausnehmend fühlbar macht.
7. Durch die bald eintretende Beschattung des Bodens sind die Unterhaltungskosten der Pflanzung oft schon vom 2. Jahre ab gering.

Die Nachteile des engen Pflanzens sind:

1. Baumkrankheiten und tierische Feinde finden ein großes Ausdehnungsfeld, sobald sie einmal in größerer Anzahl vorhanden sind. Ihre Bekämpfung ist schwierig.
2. Die Lebensfähigkeit des Baumes wird beeinträchtigt, da er sich nicht völlig entwickeln kann.
3. Die einzelnen Stämme wachsen dünner und ist
4. demgemäß die Zunahme der Rindenoberfläche nicht so groß, als bei voller Entwicklungsfähigkeit.
5. Dadurch nimmt der Reinertrag des einzelnen Baumes ab.

Einfluß der Pflanzweite auf das Dickenwachstum. Nach Angaben von Wright ergeben sich durch die verschiedenen Pflanzweiten folgende Unterschiede im Dickenwachstum:

Alter	Pflanzweite	Bäume pro acre	Stammumfang in cm	Ort
3 Jahre	17×17 Fuß	151	35,75	Selangor
3 „	10×20 „	217	31,85	„

Nach Angaben von Ridley betrug im Laufe von 6 Jahren die jährliche Dickenzunahme alter Bäume: eng gepflanzt 2 und weit gepflanzt 3 cm.

Nach „Financier“ betrug bei dreijährigen Bäumen der mittlere Baumumfang: bei 10×10 Fuß (= 435 Bäume per acre) 13,25 cm, bei 15×15 Fuß (= 193 Bäume per acre) 16,25 cm.

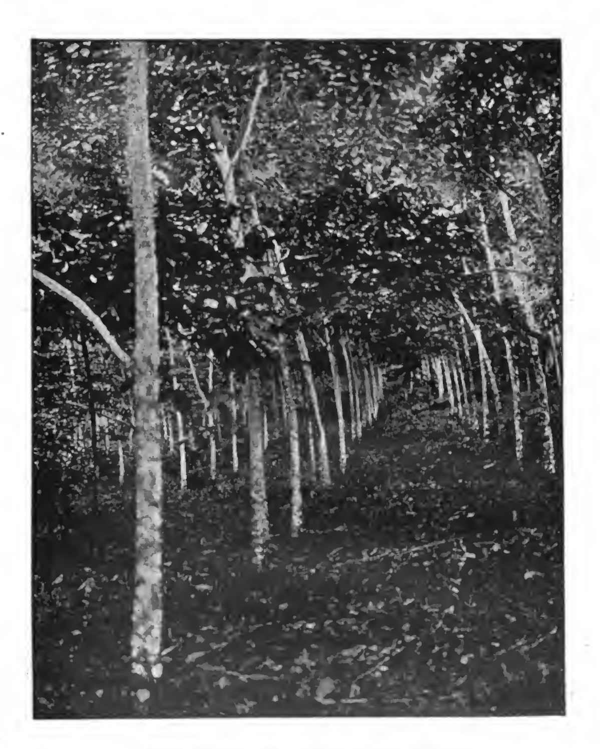
Nach Angaben des Landwirtschaftlichen Departements der Malaien-Staaten betrug bei

Alter (Jahre)	Pflanzweite (Fuß)	Anzahl Bäume pro acre	Pflanzweite (Fuß)	Anzahl Bäume pro acre	Unterschied im Dickenwachstum
	12×24	259	12½×25	145	
	der mittlere Stammumfang				
1	$2^{7}/_{16}$ inch.		$3^{1}/_{16}$ inch.		$1^{6}/_{16}$ inch.
2	$4^{7}/_{16}$ „		$6^{2}/_{16}$ „		$2^{5}/_{16}$ „
3	6 „		$9^{3}/_{16}$ „		$3^{3}/_{16}$ „

Nach den Angaben von Collet ergibt sich bei

Alter	Pflanzweite in Fuß	Bäume pro acre	Umfang des Stammes	Unterschied im Dickenwachstum
4 Jahre	24×24	76	55 cm	7 cm
4 „	14×14	222	48 „	

Aus den obigen Angaben geht hervor, daß das Dickenwachstum der Bäume bei weiter Pflanzweite größer ist, und daß mit zunehmender Verengung der Pflanzweite die Umfänge der einzelnen Bäume durch vermehrtes Höhenwachstum abnehmen. Damit tritt naturgemäß eine Verringerung der den Latex führenden Rindenoberfläche ein, d. h. die Kautschukmenge des einzelnen Baumes verringert sich. Aber für den Pflanzer



Hevea-Pflanzung, noch nicht zapfreif.

handelt es sich nicht um den Ertrag des einzelnen Baumes, sondern um den Ertrag der Flächeneinheit. Und dieser Flächenertrag nimmt infolge der größeren Baumzahl zu.

Anzahl der Bäume und zapfbare Rindenfläche pro Flächeneinheit. Unter der Voraussetzung, daß keine merklichen Unterschiede im Dickenwachstum der Bäume bis zum 4. Jahr vorhanden wären, würde sich folgendes Bild ergeben (nach Wright):

Pflanzweite	Anzahl Bäume per acre	Zapfbare Rindenfläche in □inches vom Boden bis 5 Fuß Höhe
10×10 Fuß	435	522.000
10×15 „	290	348.000
20×20 „	109	130.800

Auf der Vallambrosa-Pflanzung (Ceylon) erhielt man

Pflanzweite	Alter der Bäume	Wiederholung der Anzapfung	Ertrag pro Baum	Gezapfte Bäume per acre
10×10 Fuß	8 Jahre	2—3 mal	700 gr	363
12×10 „	5—7 „	1 „	700 gr	117
12×10 „	6 „	2 „	470 gr	155
12×24 „	7 „	3 „	1290 gr	3

Trotz des Hinzutrittes des Unterschieds im Dickenwachstum der eng und weit gepflanzten Bäume ergibt sich aber durch die vermehrte Anzahl Bäume auch stets noch für die enge Pflanzweite die größere zapfbare Rindenfläche. Damit ist die Überlegenheit der engen Pflanzweite bewiesen.

Pflanzweite auf verschiedenen Böden. Nach obigen Ausführungen handelt es sich jetzt um die Frage: „Welche enge Pflanzweite ist für Hevea am besten?“ Auch hierauf läßt sich keine definitive allgemeine Entscheidung geben. Alles kommt auf die örtlichen Verhältnisse an. Die Praxis hat gezeigt, daß Hevea mit Aussicht auf Erfolg gepflanzt werden kann:

auf Böden mittlerer Güte (Ceylon):

10×20 Fuß = per acre 217 Bäume
oder 15×20 „ = „ „ 145 „

auf reichen Böden (Java, Malaiische Halbinsel):

20×20 Fuß = per acre 108 Bäume.

Die Pflanzweite 10×10 Fuß erwies sich selbst für die ärmeren Ceylonböden als zu gering. Nach ca. 7 Jahren hörte das Wachstum der Bäume völlig auf.

Aus dem Vergleich der eben genannten Pflanzweiten mit dem natürlichen Wachstum der Hevea ergibt sich unmittelbar, daß dieses enge Pflanzen früher oder später, etwa vom 7. Jahre ab, mit dem natürlichen Ausdehnungsbestreben des Baumes in Konflikt kommen muß. Dann ist der Pflanzer vor folgende Alternative gestellt:

entweder: man begnügt sich mit der vorhandenen, zwar zum Zapfen ausreichenden, aber infolge der weniger guten Lebensbedingungen nur wenig oder gar nicht zunehmenden Rindenoberfläche,

oder: man entfernt Bäume durch Totzapfen aus der Pflanzung und ermöglicht den stehenbleibenden Bäumen durch vermehrten Entwicklungsraum stärker zu wachsen und dadurch ihre Rindenoberfläche zu vergrößern.

Natürlicher Ausfall. Von Natur aus ist unwillkürlich durch Eingehen schwächerer Exemplare vermehrter Raum eingetreten. Man rechnet auf der Malaiischen Halbinsel bis zum 7. Lebensjahr mit einem natürlichen Ausfall von 15—20% der gepflanzten Bäume durch Windbruch und Vernichtung durch Schädlinge oder Baumkrankheiten. Sollte dieser natürliche Ausfall nicht ausreichen, um keinen Stillstand im Wachstum eintreten zu lassen, dann muß im Interesse der Steigerung der Erträge unter allen Umständen zum künstlichen Lichten der Bestände durch Totzapfen geschritten werden.

Totzapfen. Dieses Totzapfen kann zweckmäßig auf folgende Weise erfolgen: Man sägt den zum Ausscheiden bestimmten Baum in etwa $2^1/_2$ m Höhe ab und zapft dann den Baumstumpf so lange, als er Kautschuk liefert. Im Laufe eines Jahres kann man durch Vollspiraleschnitt etwa 1 kg trockenen Kautschuk pro Baumstumpf rechnen. Liefert er nichts mehr, dann wird er samt seinen Wurzeln aus dem Boden entfernt und verbrannt. Die entstandene Asche wird zweckmäßig zum Düngen der lebenden Bäume benutzt.

Vor Abschluß dieses Kapitels über Pflanzweite möchte ich mit allem Nachdruck nochmals darauf hinweisen, daß es sich in vielen Fällen mehr empfiehlt, Hevea weiter zu pflanzen und in die großen Zwischenräume eine Dauerzwischenkultur einzuführen.

Wachstum der Hevea in der Pflanzung.

Das Wachstum hängt ab:

1. von der Beschaffenheit des Bodens;
2. vom Klima und der Höhenlage;
3. von der Sorgfalt, mit der man die Samen aus den zweckentsprechendsten Elternbäumen ausgewählt hat;
4. von der Sorgfalt beim Pflanzen;
5. von der Pflanzweite.

Das Höhenwachstum des Baumes beträgt in Gegenden mit einer jährlichen Niederschlagsmenge von ca. 2500 mm und einer mittleren Temperatur von 28° C auf Boden von mittlerer Güte während der ersten 3 oder 4 Jahre pro Jahr ca. 2 m. Im einem Alter von 30 Jahren ist der Baum ca. 30 m hoch. Während der ersten Jahre wächst der Baum hauptsächlich in die Höhe.

Das Dickenwachstum der Hevea beträgt nach 1 Jahr ca. 7—9 cm und nimmt der Stammumfang, wenn der Baum sich völlig entwickeln kann, unter normalen Verhältnissen pro Jahr etwa 10—12 cm zu.

Die Seitenausdehnung der Äste und Zweige beträgt beim zehnjährigen Baum ca. 10 m im Durchmesser, beim 20jährigen ca. 13 m.

Wo die Bäume näher als 10×15 Fuß in der Pflanzung gepflanzt sind, nimmt das Höhenwachstum unter Verminderung des Dickenwachstums zu.

Das Wurzelsystem der Hevea ist sehr stark entwickelt. Daher wird bei enger Pflanzweite oft die Anlage von Zwischenkulturen unmöglich. Die Pfahlwurzel hat beträchtliche Länge. Die Seitenwurzeln dehnen sich in ihrer kompakten Masse jährlich um 1—2 Fuß im Durchmesser aus.

Die Folgen, die sich aus obigen Wachstumsverhältnissen für das Pflanzen ergeben, wurden schon unter „Pflanzweite“ dargelegt.



Junge Heveapflanzung.



2—3jährige Hevea-Anlage.
Aus der Zeitschrift „Tropenpflanzer", Berlin.

Folgende Zusammenstellung gibt einen Überblick über die Entwicklung des Dickenwachstums in verschiedenen Pflanzungen. [Wright]

Die Messungen des Stammumfanges erfolgten in allen Fällen 1 m über dem Erdboden.

Alter Monate	Stammumfang	Ort, Land	Bemerkungen
8	3,7 cm	Selangor, Mal. Halbinsel	12×24 Fuß gepflanzt
9	5,0 cm	Selangor, Mal. Halbinsel	12×24 Fuß gepflanzt
12	7,5—9 cm	Nebroda, Ceylon	Korbpflanzen
18	15 cm	Vogan, Ceylon	
18	7,5—12 cm	Siantar, Sumatra	
1 Jahr	10	Fiji	
1½	15	Goldküste	12×12, 15×15, 20×20 Fuß
„	10	„	30×30, 40×40, 12×12 Fuß
„	7,5	„	
„	11	Axim, Goldküste	
2 Jahre	12,5	Knuckles, Ceylon	
	5—15	Peradenyia, Ceylon	Botan. Garten
	12,5	Kalutara, Ceylon	
	15—25	Nebroda, Ceylon	Korbpflanzen
	13—17	Ostjava	Mit Kaffee gepfl.
	15	Langkat, Sumatra	Mit Kaffee gepfl.
2½	20—22	Malai. Halbinsel mit	Zucker gepflanzt
	30	Selangor, Malai. Halbinsel	12×24 Fuß
	25	Goldküste	12×12 bis 40×40 Fuß
2¼—3¼	37—40	Ostjava	3 % der Summe
	25—27	Ostjava	9,5% der
	20—25	Ostjava	37,5% Bäume
	15—20	Ostjava	36 % einer
	unter 15	Ostjava	14 % Pflanzung
3 Jahre	35	Heneratgoda, Ceylon	
	35	Sabaragama., Ceylon	Mit Tee od. Kakao
	25	Perak, Ceylon	„ „ „ „
	22,5	Kalutara, Ceylon	„ „ „ „
	12,5	Ganaruva, Ceylon	Mit Lemongras
	14	„ „	Mit Indigo
	25	Südindien	3-400 Fuß üb. See
	32—37	Selangor, Malaiische Halbinsel	17×17 Fuß

Alter (Jahre)	Stammumfang cm	Ort Land	Bemerkungen
3	20,5	Selangor, Malaiische Halbinsel	10×20 Fuß
	40	Sumatra	
	22—37	,,	mit Kaffee
	22,5	Langkat, Sumatra	
	15—20	Alagalla, Ceylon	76 (Bäume der Pflanzung)
	unter 15	,, ,,	35.35
	37,5—75	Tumpare, Ceylon	483
	25—37,5	,, ,,	9.699
	unter 25	,, ,,	19.129
	37,5—42,5	Binangoen, Java	8.979
	42,5—47,5	,, ,,	8.964
	über 47,5	,, ,,	1.323
	20—30	Ostjava	mit Kaffee
3½	22—32	Südindien	
	45	Papua	
	23	Fiji	
	38	Indochina	
	23	,,	
	25—30	Goldküste	Pflanzweiten s. o.
	17	Aburi, Goldküste	
	22,5	Axim, Goldküste	
3¼—4½	37,5—45	Ostjava	7% d. Pflanzg.
	25—30		13% d. Pflanzg.
	20—25		40% ,, ,,
	15—20		31% ,, ,,
	unter 15		9% ,, ,,
4	3 5—40	Knuckles, Ceylon	Mit Tee od. Kakao
	37	Sabaragama, Ceylon	,, ,, ,, ,,
	42—50	Kalutara, Ceylon	,, ,, ,, ,,
	25—30	Alagalla, Ceylon	1.97 Bäume der
	15—20		19 Pflanzung
	unter 15		3.238 mit Kakao
	45—75	Tumpare-Ceylon	1.996 Bäume
	25—45	,,	18.501 der
	unter 25	,,	13.062 Pflanzung
	25	Ganaruva, Ceylon	1.500 Fuß ü. See
	37,5	Selangor, Malaiische Halbinsel	
	47,5	,,	30 Fuß üb. See
	37,5	Klang	Alang-Alangfeld.
	47,5	,,	m. Passionsblume
	55—75	Perak	Mit Kaffee
	22—30	Malacca	4mal Tapioka-ernte
	12—17; 35—37	,,	3mal Tapioka-ernte
	35—50	,,	ohne Tapioka-ernte
	35—50	Sampang, Java	700 Fuß u. See; 3.500 mm Regen

Alter (Jahre)	Stammumfang cm	Land Ort	Bemerkungen
6	17—50	Java	14 × 14 Fuß Pflw.
	15—32	,,	12 × 12, 20 × 20 ,,
	12,5—20	,,	Kaffee; 20 × 20 ,,
	30—80	Sumatra	Mit Kaffee
	40	,,	,,
	42—50	Borneo	
	25	Aburi, Goldküste	
	27,5—30	Axim, Goldküste	
	55	Ratnapura, Ceylon	
4—5	45—74	Westjava	1.437 Bäume der Pflanzung
	25—45	Westjava	13.242 Bäume der Pflanzung
	unter 25	Westjava	14.661 Bäume der Pflanzung
5	35	Heneratgoda Ceylon	Botan. Garten
	52—60	Kegalla ,,	Mit Tee oder Kakao
	52	Sabaragama ,,	
	30—50	Alagalla ,,	476 Bäume der Pflanzung
	15—30	,, ,,	8.186 Bäume der Pflanzung
	unter 15	,, ,,	21.546 Bäume der Pflanzung
	29	Nilambar, Südindien	Wenig gepflegt
	50	Südindien	
	47	Jeram, Klang	18 Monate im Alang-Alang
	57—82	Perak, Mal. Halbins.	Mit Kaffee
	37,5—45	Wellesley, ,,	964 Bäume der Pflanzung
	30—37,5	,,	9.107 Bäume der Pflanzung
	25—30	,,	7.327 Bäume der Pflanzung
	80	Java	
$5\frac{1}{2}$	72	Sumatra	Mit Kaffee
	35—70	,,	,,
	55—60	Goldküste	
	30	Aburi, Goldküste	
6	52,5	Heneratgoda Ceylon	
	69	Sabaragama, Ceylon	Mit Tee oder Kakao
	47,5	Katagustata	Mit Tee oder Kakao
	67—120	Perak, Mal. Halbins.	Mit Kaffee
	55—95	Bandar, Sumatra	
	40	Aburi, Goldküste	
	82	Mal. Halbinsel	
7	63	Heneratgoda Ceylon	
	77	Sabaragama, Ceylon	Mit Tee o. Kakao
	101	Malaiische Halbinsel	
8	75	Heneratgoda Ceylon	
	77	Sabaragama, ,,	Mit Tee o. Kakao
	60	Katagustota, ,,	Mit Tee o. Kakao
	60	Indochina	
	118	Malaiische Halbinsel	

Alter (Jahre)	Stammumfang cm	Ort Land	Bemerkungen
9	90	Heneratgoda Ceylon	
	162	Sabaragama, „	Mit Tee od. Kakao
	95	Katagustota „	„ „ „ „
	37,5—115	Nilambar „	„ „ „ „
	37,5—115	Ceylon	2.000 Fuß über See
	77	Südindien	
	135	Malaiische Halbinsel	
10	107,5	Heneratgoda Ceylon	
	102	Perak Mal. Halbinsel	
	67—157	„ „ „	Mit Kaffee
	45—60	Queensland	
	80	Indochina	
	67,5	Aburi, Goldküste	

Unterhalt der Pflanzung.

Reinigungen. Nach dem Auspflanzen der jungen Bäume in das Gelände besteht die Pflege der Pflanzung zur Förderung des Wachstums des Baumes im wesentlichen in folgenden Arbeiten:

1. Reinigung der Pflanzung,
2. Beschneiden der Bäume,
3. Bekämpfung von Baumkrankheiten und tierischen Schädlingen,
4. Förderung des Wachstums durch Düngung.

Der Pflanzer muß sich von Anfang entscheiden, ob er entweder das Pflanzungsgelände so frei von jeder Bewachsung halten will, wie es nach dem Brennen des Busches der Fall war, oder ob er eine dem Wachstum der Hevea nicht schädliche Bedeckung der Bodenoberfläche aufkommen lassen bzw. unter Umständen sogar künstlich anlegen will.

Reine Pflanzung ohne Bodenbedeckung. Die Pflanzer in Ceylon und auf der Malaiischen Halbinsel vertreten nahezu sämtlich den Standpunkt, daß das Wachstum der Hevea dann am besten ist, wenn sie auf Land, das von jeder Bedeckung frei ist, wächst. Trotzdem die praktische Erfahrung und die wissenschaftliche Begründung beweist, daß eine Bodenverarmung eintreten muß, wenn das Land ohne jede Bedeckung der glühenden Sonnenhitze und den den Humus wegschwemmen-

den Regengüssen ausgesetzt ist, bleibt man aus obigem Grund bei diesem System. Vom kaufmännischen Standpunkt aus ist es zu empfehlen, da es dann, wenn es von Anfang an richtig gehandhabt wurde, verhältnismäßig billiges Arbeiten gestattet. Voraussetzung für die erfolgreiche Anwendung dieses totalen Reinhaltens ist nur, daß alles Unkraut, das nach dem Brennen in kurzer Zeit unwillkürlich wieder aufkommt, sobald als möglich mit der Hacke entfernt wird. Es darf nie zur Blüten- oder Samenbildung kommen. Man teilt die Pflanzung in Abteilung I, II usw. ein und arbeitet so, daß jede Abteilung stets nach 3 oder längstens 4 Wochen wieder gereinigt wird. Erst, wenn man durch fortgesetztes Reinigen das Unkraut so vertrieben hat, daß die einzelnen Abteilungen schnell bearbeitet werden können, vergrößert man die rein zu haltende bzw. neu zu bepflanzende Strecke.

Alang-Alang. Den schwierigsten Standpunkt hat der Pflanzer, wenn durch widrige Umstände sich Unkraut in großen Mengen in der Pflanzung festgesetzt hat. Am meisten zu fürchten ist Alang-Alang. Dort, wo es mit seinen filzigen Wurzeln einmal den Boden völlig auf größere Strecken hin durchzogen hat, ist ein Ausrotten dieses Grases fast ausgeschlossen. Zwar ist durch die auf Alang-Alangfeldern auf der Malaiischen Halbinsel und in Neu-Guinea angelegten Heveapflanzungen bewiesen, daß Hevea auch dort gut wachsen kann, aber das unbedingt notwendige Niederhalten dieses Grases verteuert den ganzen Pflanzungsbetrieb derart, daß alles anzuwenden ist, um es nicht in der Neuanlage aufkommen zu lassen.

Ist das Gelände eben und nicht von allzuviel Gräben durchzogen, dann kann man mit Erfolg Alang mit verhältnismäßig geringen Kosten durch Arbeiten mit Mähmaschinen niederhalten. In Java hat man auf Neuanlagen auf Alanggelände das vorhandene Gras völlig durch Bearbeitung des Landes mit Dampfpflügen vertrieben. Aber die ganzen Betriebskosten verteuern sich dadurch bedeutend, ganz abgesehen davon, daß dieses Verfahren nicht mehr anzuwenden ist, wenn sich die



Junge Heveapflanzung in den Straits Settlements.

Heveawurzeln einigermaßen entwickelt haben. Eine andere Ausrottungsmöglichkeit besteht in wiederholtem Umhacken des Landes. Bei schwerem Alangboden ist der Erfolg aber zweifelhaft. Am Anfang haben diese Verfahren folgende Vorteile:

1. Der Boden wird nicht so leicht durch Regen weggewaschen;
2. der Boden hält besser die Feuchtigkeit;
3. das Land behält nicht nur alle ursprünglich in ihm enthaltenen Nährstoffe, sondern es erhält stets neue, durch die bei jedem Umpflügen eingearbeitete neu aufgekommene Bodenbewachsung;
4. durch das Durchschneiden der kleinen Oberflächenwurzeln wird der Baum gezwungen, ein stärkeres, tieferliegendes Wurzelsystem zu bilden und seine Nahrung in kühlerem, feuchterem und reicherem Boden zu suchen;
5. Pilze und tierische Schädlinge werden zum großen Teil vernichtet, da alle kleinen beim Brennen zurückgebliebenen Äste und Stämme von neuem bei jeder Bearbeitung mit Erde bedeckt werden;
6. Luft und Sonne können leichter in den Boden eindringen.

Nach den Angaben von Baker gibt dieses Verfahren einen größeren Prozentsatz zapfbarer Bäume in gegebener Zeit. Bäume, die auf derart behandeltem Land wachsen, entwickeln sich gesunder und lebensfähiger als Bäume auf Boden, der von jeder Bedeckung frei ist. Die Unterhaltungskosten sind beim Hackverfahren nicht teurer, als wenn man das Land völlig reinhalten würde. Es ist aber unter allen Umständen erforderlich, daß man die Abteilungen alle 3 Monate auf diese Weise bearbeitet. Nach Baker rechnet man, daß ein Arbeiter pro Monat zu 25 Arbeitstagen $2^1/_2$ acres bearbeiten kann, d. h. 100 Arbeiter (mit 20% Ausfall) halten 200 acres pro Monat oder 600 acres im dreimonatlichen Arbeitszyklus rein. Nach 3—4 Jahren muß dieses Arbeitsverfahren in Rücksicht auf das vorgeschrittene Wurzelwachstum unter allen Umständen aufhören.

Künstlich herbeigeführte Bodenbedeckung. An allen Orten, wo der Boden von Natur aus nur knapp

die Nährstoffe, welche Hevea unbedingt zu ihrer Entwicklung gebraucht, enthält, wo also eine künstliche durch totale Reinigung herbeigeführte Bodenverschlechterung dem freiwilligen Verzicht auf schnelles Wachstum gleichkommt und dort, wo man unter Umständen mit unregelmäßigem Arbeiten, hervorgerufen durch wechselnden Arbeiterstand, rechnen muß, ist es im Interesse der Pflanzung gelegen, sofort nach dem Brennen, wenn die Pflanzung in die verschiedenen Abteilungen eingeteilt ist, das Gelände sich mit einer künstlich herbeigeführten Bodenbedeckung bedecken zu lassen. Zweckmäßig wählt man dazu Pflanzen, die dem Boden nur möglichst wenig Nährstoffe entziehen und die ihn durch ihre organischen Bestandteile und ihre chemische Zusammensetzung nach Möglichkeit sogar bereichern.

Vor- und Nachteile der Gründüngung. Auf die in Europa und in den Tropen hinreichlich bekannten Vorteile der Gründüngung braucht wohl kaum hingewiesen zu werden. Der Hauptvorteil dieser Pflanzen liegt darin, daß sie imstande sind, durch ihre Wurzelknollenbakterien Stickstoff zu absorbieren. Außerdem halten sie durch ihr Wachstum alles Unkraut völlig nieder, ohne daß die Hauptkultur durch sie in ihrem Wachstum gehindert wird. Da die Pflanzen viel Licht zu ihrer Entwicklung gebrauchen, und da sie nur auf Boden, der nicht stark von Wurzeln anderer Kulturen durchzogen ist, weiterkommen, so ist ihre Lebenszeit auf die ersten vier Jahre der Heveapflanzung beschränkt. Bis dahin hat sich aber unter normalen Verhältnissen der Baum so stark belaubt, daß er durch seinen eigenen Schatten einen großen Teil des dann etwa aufkommenden Unkrauts niederhalten kann, so daß selbst nach dem Wegfall dieser Gründüngerpflanzen die Unterhaltungskosten für Pflanzungsreinigung nur gering sind.

Als Gründüngerpflanzen kommen in Frage: Crotalaria-Arten, Cajanus indicus, Mimosa pudica, Desmodium trifolium und Tephrosia purpurea. Diese Pflanzen wachsen strauchartig 1—5 Fuß hoch und halten 4—6monatliches Beschneiden aus. Auch kriechende Pflanzen, wie Erdnuß und Vigna-Arten oder sensitive

Pflanzen, können verwendet werden. Alle diese Pflanzen liefern eine gute Bodenbedeckung und helfen Unkraut zu unterdrücken. Sie produzieren viel Grünzeug, das reich an Nährstoffen für Hevea ist. Erfolgt aber nicht regelmäßiges Zurückschneiden, dann ist mit ihrer Anlage der Nachteil verbunden, daß leicht die Kontrolle über die Pflanzung verloren geht, und daß sich in dem dichten Gewirr tierische Schädlinge einnisten. Eine Bereicherung des Bodens wird schon dadurch herbeigeführt, daß man die abgeschnittenen Teile auf der Erde verrotten läßt. Will man die Gesamtmasse zur Düngung verwenden, dann vermengt man sie vor dem Einarbeiten in den Boden mit Kalk. Zur ersten Anlage rechnet man per acre 10—20 ℔ Samen, die nicht zu dicht auf das gereinigte Land bei feuchter Witterung gestreut und leicht eingerecht werden. Man muß nur darauf achten, daß das Gelände in unmittelbarer Nähe der Heveabäume nicht besät wird, damit die Bäume stets leicht zu überwachen bleiben.

In wie großen Mengen diese Pflanzen hervorgebracht werden, geht aus folgender Zusammenstellung von Wright hervor:

Name der Pflanze	Grünzeugmasse per acre in ℔	Hervorgebracht in Monaten
Crotalaria striata	20.244	10
Vigea	12.092	4
Pondicherry-Erdnuß	4.692	5

In frischem Zustand zeigen diese Gründünger folgende chemische Zusammensetzung:

Name d. Pflanze	Stickstoff	Potasche	Phosphorsäure	Kalk
Crotalaria striata	0,7—1,0%	0,47%	0,154%	
Vigea	0,6	0,738	0,177	0,727
Pondicherry-Erdnuß	0,914	0,493	0,155	0,242

Daraus ergibt sich unmittelbar, daß der Boden durch die Einführung dieser oder ähnlicher künstlicher Bewachsung bereichert wird. Da außerdem noch die Unterhaltungskosten der Pflanzung bedeutend sinken, wenn diese Gründünger gepflanzt werden, so sind sie die beste Bodenbedeckung.



Beschneiden.

Zum großen Teil hat der Pflanzer durch das dauernde Reinigen der Pflanzung oder durch die Einführung von Gründüngung schon dafür gesorgt, daß die Bäume günstige Lebensbedingungen finden. Im weiteren Verlauf der Entwicklung kommt es jetzt darauf an, mit allen zur Verfügung stehenden Mitteln danach zu trachten, daß das Dickenwachstum des Baumes durch die Pflege und durch rechtzeitige äußere Eingriffe so zunimmt, daß sobald als möglich der zum Anzapfen erforderliche Umfang von 60 cm erreicht wird.

Vermehrtes Dickenwachstum durch Beschneiden. Die Erfahrungen in Ceylon und auf der Malaiischen Halbinsel beweisen, daß das Dickenwachstum der Hevea sich merklich dadurch steigern läßt, daß man den Baum durch Wegnahme des Endsprosses des Stammes zur Stammteilung und dadurch zu vermehrter Blätterbildung und dadurch zu vermehrtem allgemeinen Breitenwachstum auf Kosten des Höhenwachstums zwingt. Man kann also künstlich das Dickenwachstum jährlich so vermehren, daß der Baum bei natürlicher Entwicklung um etwa 1 Jahr früher als sonst gezapft werden kann.

Nach Angaben von Wright ergeben sich folgende Unterschiede im Dickenwachstum zwischen gegabelten und nicht gegabelten Heveabäumen:

Ort	Alter der Bäume	Nicht gegabelt		Gegabelt		Differenz cm
		Anzahl	Mittl. Umfang cm	Anzahl	Mittl. Umfang cm	
Kalutara	1 1/4	14	10-17,5	32	11 -188,	1,3
„	2	94	18,8	76	20,8	2,0
Moneragalla	2 1/4	250	15	250	20,0	5
Matale	3	329	35	78	39,0	4
Galaha	7	15	53,5	7	62,5	9
„	10	14	71,5	4	95,0	23,5

Im Botanischen Garten in Heneratgoda-Ceylon zeigen 30jährige Heveabäume folgendes Dickenwachstum:

Bäume mit langen geraden Stämmen	Bäume gegabelt höher als 11 Fuß	7 Fuß
61, 65, 83, 85, 76 inch. Stammumfang	109 inch. Stammumfang	104 inch.

Ausführen des Beschneidens. Zweckmäßig erfolgt das Beschneiden der Bäume erst dann, wenn sie 3—4 m hoch gewachsen sind. Läßt man die Stämme höher wachsen, dann ist das Beschneiden schwierig und bricht der Stamm leicht bei der Operation ab. Führt man unter 3 m die Verzweigung herbei, dann erschwert man dadurch das Zapfen. Sollte der Baum von Natur aus unter 3 m Höhe Seitenzweige treiben, dann sind diese zu entfernen, ehe sie sich stärker entwickelt haben. Das Beschneiden erfolgt in der Weise, daß man in obiger Höhe die Endknospe des Stammes mit einem Messer oder durch Abkneifen mit dem Daumennagel entfernt. Dadurch ist das Höhenwachstum in gerader Linie unterbrochen und der Baum muß sich gabeln. Die neuen Zweige müssen, sobald als sie sich kräftig entwickelt haben, abermals beschnitten werden. Am besten ist es, wenn man es erreichen kann, daß der Baum durch das Beschneiden 3 neue Äste bildet. Sollte die Belaubung so stark werden, daß die Bäume mit ihren Ästen ineinander wachsen, so müssen die fraglichen Äste abgeschnitten werden. Die Erfahrung hat gezeigt, daß es sich empfiehlt, das Verfahren überall dort, wo starke Winde herrschen oder wo der Boden locker ist, nicht anzuwenden, da dort die Gefahr stets vorhanden ist, daß der Baum durch die Schwere seiner Krone abbricht oder sich spaltet.

Schutzmaßregeln gegen Schädlinge.

Ausbreitungsgefahr bei großen Pflanzungen. Man hat in allen tropischen Kolonien die Erfahrung gemacht, daß mit der Ausdehnung ein und derselben Kultur über weite Landstrecken plötzlich Krankheiten entstehen oder tierische Schädlinge auftreten, welche der vorher im kleinen Maßstab betriebenen Kultur nicht schadeten, da eben dort ihre Ausdehnungsmöglichkeit infolge der nur in geringerer Menge vorhandenen, für Krankheit empfänglichen Bäume nicht so groß war. Daraus ergibt sich ohne weiteres, daß jede Reinkultur von Heveabäumen, ohne jede Vermengung mit anderen Bäumen, um so größere Gefahr in sich schließt, je größer

die bepflanzte Strecke ist. Im Interesse des Pflanzers liegt es also, eine anderwärts entstandene Krankheit usw. von seiner Pflanzung abzuhalten und in seiner Pflanzung entstehende auf möglichst kleinen Raum zu beschränken. Der Gefahr der Verschleppung einer Krankheit kann in wirksamer Weise entgegengetreten werden durch die Anlage von Baumschutzstreifen. Sehr viele tierische Schädlinge und Baumkrankheiten beschränken sich auf eine oder zwei Spezies derselben botanischen Klasse. Durch das Dazwischenschieben von Schutzstreifen, die zu einer anderen botanischen Klasse gehören, kann man also der Weiterverbreitung von Schädlingen entgegenarbeiten. Entweder kann man zu diesem Zweck so vorgehen, daß man entsprechende Streifen von Nutzbäumen anpflanzt, oder daß man Urwaldstreifen stehen läßt. In Java hat man derartige Schutzstreifen in folgender Weise angelegt: Man pflanzt durch die einzelnen Abteilungen fortlaufende Reihen (etwa 5 oder mehr) mit Kakaobäumen mit einem Abstand von etwa 5 m zwischen den Reihen. In diese kommen, wenn nötig, Schattenbäume für den Kakao. Dann kommen 3—6 Reihen Kautschukbäume mit einem Abstand von etwa 7 m. Um die Abteilung herum wird, gleichsam als Einfassung, ein abermaliger Schutzstreifen von Castilloa elastica oder Ficus elastica gepflanzt. Oder man pflanzt in Schachbrettform in der Weise, daß Hevea als Hauptkultur in die Mitte des Quadrates kommt und durch einen entsprechend dichten Schutzstreifen von dem andern Block getrennt wird.

Stehenlassen von Urwaldstreifen in etwa 20 m Breite bildet einen vorzüglichen Schutz gegen Windbruchgefahr in den ersten Jahren der Pflanzung. Da aber viele Baumkrankheiten im Urwald entstehen, und da tierische Schädlinge dort oft unauffindbare Schlupfwinkel haben, so empfiehlt es sich in vielen Fällen mehr, künstliche Schutzstreifen durch Anpflanzen einzuführen.

Abwehr von Krankheiten und Schädlingen. Hevea ist nicht in dem ausgedehnten Maße den Angriffen von Krankheiten und tierischen Schädlingen ausgesetzt, wie dies bei einer Reihe anderer Tropenkulturen der

Fall ist. Durch die Fortschritte der Wissenschaft ist es in fast allen Fällen gelungen, wirksame Gegenmittel zur Abwehr und zur Heilung zur Verfügung zu haben. Die beste Bekämpfung aller Krankheiten besteht darin, daß man ihnen zu ihrer Existenz und Entwicklung nur möglichst wenig Gelegenheit bietet und es so verhindert, daß trotzdem entstandene sich so weit ausdehnen, daß ihre wirksame Bekämpfung unmöglich wird. Dazu ist erforderlich:

1. Dauernde Überwachung der Pflanzung durch Leute, welche jede auffallende Veränderung an den Bäumen sofort zu melden haben (Verfärben von Blättern, Aufhören des Latexausflusses bei einzelnen Bäumen, Windbrüche, Verfärbung der Rinde usw.).
2. Von Anfang an müssen in jeder Pflanzung Spritzapparate und Chemikalien vorhanden sein, um jede Blatt- usw. Krankheit sofort nach dem Entstehen wirksam bekämpfen zu können.
3. Die Spritzlösungen müssen richtig zusammengesetzt werden.
4. Sachgemäßes Behandeln des Bodens nach der Entfernung eines wurzelkranken Baumes.
5. Absonderung aller von Pilzwurzelkrankheit befallenen Bäume durch Gräben.
6. Sammeln und Verbrennen alles kranken Holzes usw.
7. Alle beschnittenen Stellen sind mit Kohlenteer zu bestreichen.
8. Jeden Käfer töten, jeden Pilz beseitigen.
9. Sorgfältiges Zapfen ohne Beschädigung des Kambiums, so daß kein Eindringen von Schädlingen durch äußere Beschädigungen erfolgen kann.

Vielfach finden die Schädlinge ihre ersten Verbreitungsmöglichkeiten selbst in der sorgfältig überwachten und gepflegten Pflanzung in den beim Brennen zurückgebliebenen Baumwurzeln oder in den offen herumliegenden Stämmen. Wenn irgend möglich, sollte man also diese möglichen Entstehungsplätze für Krankheiten schon vor Beginn der Pflanzungsarbeiten beseitigen. Ist dies nicht möglich, dann müssen bei jeder Reinigung der Pflanzung die Arbeiter alles Holz, das sich inzwischen neu von den Baumstümpfen usw. abreißen läßt, ent-

fernen und verbrennen. Die vermehrten Kosten durch diese dauernd fortgesetzten Räumungsarbeiten werden völlig aufgehoben durch das bessere Wachstum der gesunden und durch weniger zahlreiches Eingehen der schwachen Exemplare.

Krankheiten und Schädlinge der Hevea.

Samenkrankheiten. Die Ansichten gehen darüber auseinander, ob Samen von einem z. B. an Krebs erkranktem Baum die Keimstoffe zu dieser Krankheit ebenfalls in ihrem Embryo tragen, so daß also auch dieser neue Baum von Anfang an krank wäre. Da aber derart kranke Bäume in allen ihren Teilen schwach und nicht lebensfähig entwickelt sind, so scheiden sie nach der oben angeführten Selektionstheorie ohne weiteres zur Weitervermehrung aus. Sollte der Pflanzer aber Samen unbestimmbarer Herkunft, womöglich also auch von kranken Bäumen erhalten, dann entwickeln sich in den meisten Fällen die Sämlinge derartiger Bäume so langsam, daß sie zur Auspflanzung in das Gelände nicht in Frage kommen. Nach den seitherigen praktischen Erfahrungen scheint eine direkte Übertragung der Krankheitskeime im Samenembryo nicht möglich. Nach den Gesetzen der Vererbung ist aber ein von einem kranken Baum abstammender Pflänzling leichter schädlichen Einwirkungen unterworfen, als ein von einem gesunden Baum herkommender.

Saatbeetkrankheiten. Ein Mehltaupilz — Pestalozzia palmarum — tritt manchmal an den Stämmchen und Blättern der Saatbeetpflänzlinge auf. Der Pilz bildet unregelmäßige, weiße Stellen, die im allgemeinen an der Blattspitze auftreten, oder es bildet sich ein ähnlicher Fleck an der Stammbasis, was den Tod des Pflänzlings bedeutet. Alle von dem Pilz befallenen Pflänzlinge müssen entfernt und der Boden mit Karbolsäure 1:160 desinfiziert werden.

Durch das Auftreten von einer anderen Art, Helminthosporium, fallen die Blättchen der Sämlinge teil-

weise ab, und wird dadurch das Wachstum unterbrochen. Hier findet man an den Blättern runde, weiße, halbdurchsichtige Stellen. Jede ist umringt von einem dickeren braunen Ring, der die Pilzsporen enthält. Als Abwehrmittel gegen weitere Verbreitung hilft nur Entfernen und Verbrennen der kranken Exemplare und Bespritzen der Saatbeetpflänzlinge mit Bordeaumischung.

Die Larve eines großen Bohrkäfers — Lepidirta pinquis — ist in manchen Fällen schädlich für die junge Hevea, da sie die Pfahlwurzel durchfrißt. Man muß sich hier auf Abwehrmaßregeln beschränken, da ein rechtzeitiges Erkennen des Schädlings und eine Heilung des derart beschädigten Pflänzlings unmöglich ist. Das Einarbeiten von Kainit in den Boden tötet die Larven.

Im allgemeinen läßt sich sagen, daß die entwickelte Hevea nicht in dem ausgedehnten Maße unter Beschädigung durch Käferfraß zu leiden hat, wie z. B. Kakao oder die Kokospalme. Ein sehr wirksames, stets vorhandenes Abschreckungsmittel gegen derartige Angriffe bildet der Latexausfluß, der bei jeder Verletzung eintritt.

Die Maulwurfsgrille schädigt oft die Wurzeln junger Bäume. Ein wirksames Gegenmittel, außer Abfangen, gibt es hiergegen nicht. Mit zunehmender Entwicklung vermindert sich diese Gefahr.

Außer den oben genannten Schädlingen sind noch andere weniger wichtige vorhanden, die zu keiner ernsthaften Schädigung führen.

Blattkrankheiten. Es existieren für Hevea keine ernsthaften, lediglich auf die Blätter beschränkten Krankheiten, welche das plötzliche Absterben einer Reihe von Blättern auf einmal hervorrufen würden. Auf der Malaiischen Halbinsel kommt ein Blattpilz vor, der zu teilweisem Abfallen von Blättern führt. Das Gegenmittel ist: Abschneiden und Verbrennen der befallenen Zweige mit seinen Blättern.

Wenn plötzlich Blätter sich verfärben oder abfallen, ohne daß eine äußere Erkrankung an ihnen festzustellen ist, dann muß sofort der Baum mit seinen Wurzeln untersucht werden, da dann häufig schwere Erkrankungen anderer Organe vorliegen, vgl. unten.

Eumeces squamosus frißt in einzelnen Fällen Blätter und junge Triebe ab.

Samenkrankheiten. Unter normalen Verhältnissen springt die Fruchtkapsel am Baum. Fallen Samen in größerer Menge unaufgeplatzt in der Kapsel vom Baum, so ist das häufig ein Zeichen von Krebserkrankung des Baumes. Alle abgefallenen Samen müssen gesammelt und verbrannt werden.

Stammkrankheiten. Krebserkrankung am Stamm und an den Fruchtkapseln wird durch Phytophthora Faberi hervorgerufen. An jungen Bäumen erscheint die Rinde dunkler. Manchmal erscheint auf der Rinde eine rötliche oder purpurfarbige Flüssigkeit. Man findet bei Krebs dicht unter der äußeren braunen Rinde ein schwarzes Lager. Unter diesem ist das die Latexkanäle enthaltende Gewebe verfärbt, zuerst grau mit schwarzem Saum, später rotweinfarbig, braun oder gelb auf grünem Untergrund. Wenn die erkrankte Stelle am Baum gelassen wird, so wandert die Erkrankung, sich stets ausbreitend, bis in die Äste. Man erkennt die Erkrankung in vielen Fällen erst daran, daß der Baum auf Verwundung hin keinen Latex austreten läßt. Manchmal geben alle Schnitte, manchmal nur einer oder zwei keinen Latex. Beim Anzapfen erscheint in einzelnen Fällen die gezapfte Rinde gesund, nur ist sie ziemlich trocken und leicht gelb gefärbt. In Pflanzungen, in denen Hevea allein gepflanzt wird, tritt Krebs nicht so stark auf als in Mischpflanzungen mit Kakao.

Die Bekämpfung von Krebs besteht im Ausschneiden und Verbrennen aller verfärbten Gewebe. Die Schwierigkeit liegt darin, das Auftreten der Erkrankung zu erkennen, bevor sie sich weit ausgedehnt hat. Den Zapfarbeitern müssen derart erkrankte Bäume zu ihrer Belehrung gezeigt werden und sind sie anzuweisen, mit dem Zapfen aufzuhören und sofort zu melden, wenn der Latexaustritt an einer einzigen Stelle aufhört.

Sind die durch das Ausschneiden entstandenen Wunden klein, so ist das beste Mittel zum schnellen Überwachsen der Wunden eine Mischung von Kuhdung und Lehm, die über diese Stellen gestrichen wird. Sind

sie so groß, daß man kein Überwachsen mit Rinde erwarten kann, so wird nur der Rand fingerbreit mit dieser Mischung und der übrige Teil mit Kohlenteer bestrichen.

Ein schnelles Absterben des oberen Teiles des Baumes wird in vereinzelten Fällen durch Botry-diplodia theobramae hervorgerufen. Auch hier ist der erkrankte Teil so schnell als möglich zu verbrennen.

Wurzelkrankheiten. Die gefährlichste Erkrankung der Hevea, welche sich in der Regel nur auf die Wurzeln und auf etwa 20 cm am unteren Stammende ausbreitet, wird hervorgerufen durch Fomes semitostus. Die Erkrankung wird in der Regel erst dann entdeckt, wenn der Baum durch einen heftigen Windstoß nach teilweiser Zerstörung der Wurzeln umgeworfen ist. Die ersten Symptome sind: Verfärbung der Blätter, die plötzlich braun werden, erst an den Kanten, dann an der Spitze. Oft rollen sich vorher die Kanten nach der unteren Seite um. Nach einiger Zeit fallen die Blätter ab, wenn nicht vorher bereits der Baum umgeworfen wurde. Besieht man die Wurzeln, so findet man auf ihnen unregelmäßig verteilte weiße oder strohfarbige Stellen. Auch kommt, hauptsächlich auf der Pfahlwurzel, ein weißer, spinnengewebeähnlicher Filz vor. Die infizierte Pfahlwurzel sieht schwarz anstatt normalerweise weiß aus. Ihr oberes Gewebe ist weich und leicht eindrückbar, ihr hartes unteres Holz ist verfärbt.

Ursprünglich tritt dieser Pilz an toten, verfaulenden Baumwurzeln auf. In reifem Zustand bildet er um diese eine halbrunde oder nierenförmige Klammer. Seine Oberfläche ist gelbbraun mit einer Reihe dunklerer konzentrischer Linien. Seine Unterfläche ist orange oder rotbraun. Im Durchschnitt ist die obere Hälfte weiß, die untere braun. Wird ein solcher Pilzherd von einer wachsenden Wurzel berührt, so breitet sich die Erkrankung auf sie aus, tötet sie, geht auf die Pfahlwurzel über und verbreitet sich über die sämtlichen Wurzeln des Baumes. In der Regel tritt der Pilz 30—50 cm unter der Bodenoberfläche auf.

Diese Wurzelkrankheit ist die gefährlichste, mit welcher es der Pflanzer zu tun hat. In trockenerem Boden tritt sie nicht so verheerend und nicht so zahl-

reich auf, wie in tiefliegendem, feuchtem, schwerem und schlecht drainiertem. Die Bekämpfung erfolgt durch:

1. Entfernen und Verbrennen von allem toten Holz, Wurzeln, Stumpfen usw.;
2. mehrmaliges, 50 cm tiefes Umgraben des Bodens:
3. Vermengen des Bodens mit Kalk beim jedesmaligen Umarbeiten;
4. Entfernen und Verbrennen aller erkrankten Heveabäume;
5. hat eine derart erkrankte Seitenwurzel einen anscheinend gesunden Baum berührt, so muß die betreffende Wurzel ca. 15 cm über der Berührungsstelle abgeschnitten, und der Boden, wie oben beschrieben, umgearbeitet werden;
6. hat sich die Krankheit über größere Flächen ausgebreitet, so muß diese Fläche durch etwa 50 cm tiefe Gräben isoliert werden. Dann erfolgt das obige Verfahren. Zweckmäßig ist es, die Strecke erst etwa acht Wochen nach dem letzten Umarbeiten wieder zu bepflanzen.

Vereinzelt tritt, hauptsächlich nach dem Entfernen von Kakaobäumen aus einer Mischpflanzung, ein brauner Wurzelpilz — Hymenochaete noxia — auf. Da der Pilz nur langsam sich verbreitet und die Lebensfähigkeit des Baumes nicht stört, so ist er für den Pflanzer belanglos.

Düngung.

Der Pflanzer bezweckt durch die fortgesetzte Pflege seiner Bäume, deren Wachstum so zu beschleunigen, daß sie möglichst bald gezapft werden können. Durch die Erfolge, welche man mit Düngung bis jetzt erzielt hat, ist es bewiesen, daß Hevea für jede richtig erfolgte Nahrstoffvermehrung sich durch stärkeres Wachstum dankbar beweist.

In der Natur des Latex liegt es, daß sich eine Vermehrung und stärkere Tätigkeit der Kanäle, in denen er enthalten ist, nur indirekt durch vermehrtes allgemeines Wachstum des Baumes erzielen läßt. Wenn Latex hauptsächlich ein Ausscheidungs- oder zweckloses Produkt ist, so mag es, nach Wright, zweifelhaft erscheinen,

ob Düngen einen wohltuenden Einfluß auf die Fähigkeit des Baumes, Kautschuk hervorzubringen, hat. Dies ist eine interessante Frage, welche der näheren Betrachtung wert ist.

Indirekter Einfluß der Düngung auf den Latex. Der Latex wird aus der Rinde erhalten. Diese enthält außer den Latexkanälen Reihen von Zellen, welche Nährstoffe aufspeichern und andere Zellen, die direkt mit der Leitung der Nährstoffe in den Bäumen assoziiert sind. Diese Gewebe werden im Laufe der Zapfarbeiten entfernt und ihre Erneuerung hängt hauptsächlich von der Tätigkeit des Kambiums ab. Dieses produziert neues Holz auf der Innen- und Rinde auf der Außenseite. Im allgemeinen produziert das Kambium diese zwei Arten von Geweben in bestimmter Weise, und reiche Produktion von Holzteilen ist begleitet von einer proportionalen Menge Rindengewebe. Da das Holz in Jahresringe eingeteilt ist, so ist es möglich, das Maß des Wachstums des Baumes in verschiedenen Gegenden und unter verschiedenen Einflüssen durch Betrachtung der Querschnitte der Bäume zu vergleichen und sich so indirekt ein Bild von der Entwicklung des Teiles der Rindenstoffe, der die Latex führenden Gewebe enthält, zu machen.

Die Latexröhren bilden einen Teil der Rindenmasse und vermehrte Blattätigkeit beeinflußt voraussichtlich die Elemente in dieser Gegend. Je reicher die Belaubung ist, um so schneller werden die Nährstoffe umgesetzt und um so tätiger arbeitet das Kambium. Aus diesen und ähnlichen Überlegungen kann man folgern, daß, wenn Düngung so erfolgt, daß das Wachstum des Holzkörpers und die Anzahl der Blätter vermehrt wird, daß dann auch der Rindenteil sich proportional in seiner Stärke vermehrt und daß so eine größere Anzahl von Zellen vorhanden sein wird, die sich in Latex führende Gewebe umsetzen können. Eine Düngung, welche das Wachstum der Blätter oder des Holzes beeinflußt, muß einen gleichwertigen Einfluß auf die Rindenmasse haben. Die Hauptaufgabe der Düngung muß somit sein, ein möglichst intensives Wachstum der Bäume hervorzurufen, damit diese bald zapfbar und damit nutzbringend werden.



Durch zu starke Kronenentwicklung geknickte Heveastämme

Bodenauslaugung der Hevea. Nach der Analyse von Mr. A. Bruce setzen sich die einzelnen Teile der Hevea in folgender Weise zusammen:

.	Frische Blätter	Vermod. gefallene Blätter	Gefallene Blattstengel	Holz	Zweige
Wasser	70%	60%	60%	60%	50%
Asche	4,69	4,08	3,18	3,12	2,62
Kalk	0,51	1,40	0,80	0,80	0,83
Magnesia	0,56	0,89	0,30	0,15	0,17
Kali	1,72	0,54	0,64	0,30	0,28
Phosphors.	0,66	0,30	0,15	0,18	0,09
Stickstoff	3,44	1,92	0,84	0,59	0,62

Getrocknet bei 100° C.

Aus dieser Analyse ergibt sich, daß einem acre Hevealand mit 6jährigen Bäumen entzogen werden:

ca. 130 Pfd. Kali,
70 „ Stickstoff,
70 „ Phosphorsäure.

Hat Hevea von Natur aus genügend Nährstoffe, so wird der Boden durch ihren Anbau somit nicht merklich verschlechtert. Was dem Boden an chemischen Bestandteilen durch die Wegnahme des Kautschuks entzogen wird, ist minimal und erschöpft den Boden keineswegs. Da die Heveaanpflanzung eine ausgesprochene Forstkultur darstellt, so verbessert sich hier, wie bei allen Forstkulturen, der Boden in seiner mechanischen und chemischen Zusammensetzung mit zunehmendem Alter durch den Schutz, den der Baum dem Boden gibt, durch die aufschließende Tätigkeit der Wurzeln und durch die Anhäufung von Blattmull. Der jährliche Blätterabwurf bringt, wie aus obiger Analyse zu ersehen ist, eine chemische Bereicherung des Bodens hervor. Dies wird durch eine Analyse der Böden des botanischen Gartens in Heneratgoda bewiesen, wo in der Humusdecke der Kali- und Stickstoffgehalt größer in dem Boden sind, der 29 Jahre mit Heveabäumen bestanden war, als in demselben Boden, der ausschließlich zu Weidezwecken verwendet wurde. Der Kalk- und Magnesiagehalt hat auf dem Heveaboden abgenommen, der Phosphorsäuregehalt ist in beiden Fällen der gleiche geblieben.

Die Düngfrage bei Heveakultur gipfelt somit nicht in der erneuten Zufuhr von dem Boden durch das Zapfen entzogenen Nährstoffen, sondern in der Frage: wie verbessert man das Wachstum des Baumes durch künstliche Mittel so, daß der Baum die höchstmögliche Entwicklung aller seiner Teile erhält und dadurch indirekt durch stärkeres allgemeines Wachstum auch seine Latexkanäle stärker ausbildet und weggenommene Rindenflächen schneller neu bildet, als dies mit den von Natur aus im Boden vorhandenen Nährstoffen der Fall ist.

Das Wachstum der Sämlinge in den Saatbeeten läßt sich nach Angaben von Ridley bedeutend durch Vermengung der Saatbeeterde mit Kuhmist steigern.

Düngermischungen. Nach dem Stand unseres Wissens von der physiologischen Rolle der einzelnen Mineralstoffe im Pflanzenorganismus liegt es nahe, für die Zusammensetzung der Düngung zur Erreichung obiger Zwecke, in der Periode des stärksten Wachstums (erstes und zweites Jahr) das Schwergewicht auf Stickstoff, in der Zeit der Produktion des stickstoffarmen Kautschuks dagegen auf Kali zu legen.

Neuerdings benutzt man auch den aus dem Luftstickstoff hergestellten Kalkstickstoff in größerem Umfange zur Stickstoffdüngung. Der Kalkstickstoff ist ein grauschwarzes Pulver mit einem Gehalt von 18—22% Stickstoff und 60—70% Ätzkalk. Er ist gegenwärtig der billigste Stickstoffdünger und wirkt besonders günstig durch den hohen Kalkgehalt. Am besten verwendet man ihn in Mischung mit Kalisalzen und Thomasmehl.

Auf Ceylon verwendet man nach Dr. A. Felber folgende Düngermischungen:

Nr. 1. Für feuchtes Klima.

Fischguano	3½	Teile
Rizinuskuchen . . .	3	„
Rapskuchen.	3	„
Superphosphat . . .	1	„
Gedämpftes Knochenmehl	½	„
Entleimtes Knochenmehl	1	„
Schwefels. Ammoniak	½	„
Schwefels. Kali . . .	2½	„

Nr. 2. Für trockenes Klima.

Fischguano	3½	Teile
Rizinuskuchen . . .	2	„
Rapskuchen.	2	„
Doppelsuperphosphat	1¼	„
Schwefels. Ammoniak	1	„
Chlorkalium.	2¼	„

Nach Angaben von Mathieu läßt sich eine bedeutende Beschleunigung des Wachstums dadurch erzielen, daß man jedem zweijährigen Baum 2 Pfd. einer folgendermaßen zusammengesetzten Düngermischung gibt:

Schwefelsaures Ammoniak und Superphosphat je 55 Pfd.,

Chlorkali und Knochenmehl je 25 Pfd.

Für Boden, der reich an Stickstoff ist, und wo reiche Blattbelaubung vorhanden ist, eignet sich nach Stephan folgende Zusammensetzung der Dünger:

Zusammensetzg. d. Dünger:		Kali	Phosphorsäure	Stickstoff
28% Chlorkali	=	14%	—	—
25% Superphosphat	=	—	4,5%	—
20% Knochenmehl	=	—	5,6%	0,2%
17% Ölkuchen	=	—	—	1,3%
10% Schwefels. Ammon.	=	—	—	1,6%
100 Teile enthalten		14%	10,1%	3,1%

Menge per acre: 400—800 Pfd.

Die folgende Mischung eignet sich für Land, das arm an Stickstoff ist:

	Kali	Phosphorsäure	Stickstoff
20% Chlorkali	10	—	—
30% Superphosphat	—	5,4	—
10% Knochenmehl	—	2,8	0,1
24% Schwefels. Ammoniak	—	—	4,9
16% Ölkuchen	—	—	1,0
100% enthalten	10	8,2	6,0

Anwendung: 400—700 Pfd. per acre.

Über die Zusammensetzung der Dünger läßt sich keine allgemeine Regel aufstellen. Obige Angaben können nur als allgemeine Angaben dienen. Die Zusammenstellung im einzelnen Fall hängt ab von den klimatischen Voraussetzungen, von der chemischen Zusammensetzung des Bodens und vom Alter der Bäume. Aus allen Analysen geht hervor, daß Kali beim Düngen eine sehr wichtige Rolle spielt. Es läßt sich bis zu 15% der Gesamtmenge verwenden. Stickstoffdünger dürfen in nicht zu großer Menge gebraucht werden, da sich bei zu starker Anwendung (6%) in Ceylon gezeigt hat, daß dann die Belaubung so stark wird, daß die Krone abbricht. Phosphorsäure hemmt zu starke Einwirkung

der Stickstoffdüngung und fördert die Holzbildung in schwächerem Maße wie Kali.

Gründüngung in Verbindung mit Kunstdüngern. Aus der chemischen Zusammensetzung der Gründünger geht hervor, daß sie mit Erfolg verwendet werden können. Durch sie erhält der Boden nicht nur eine große Menge von organischem Stickstoff, sondern er verbessert seine physikalische Zusammensetzung durch das Einarbeiten des Grünzeugs bedeutend. Eine Wirkungssteigerung läßt sich erzielen, wenn man beim Aussäen das Land gut mit Kali und Phosphaten düngt und dadurch ein üppiges Wachstum der Gründünger hervorruft. Gibt man bei ihrer Einarbeitung in den Boden nochmals künstlichen Dünger zu (etwa 34% Chlorkali, 44% Doppelsuperphosphat und 22% feingemahlenes Knochenmehl), so fördert man in ausgedehntem Maß das Wachstum der Hevea.

Anwendung der Dünger. Verwendet man leichtlösliche Dünger, wie Chlorkali, schwefelsauren Ammoniak usw., so müssen sie mit trockener Erde gemischt und dort ausgestreut werden, wo die jungen Wurzeln kräftig wachsen, da stets die Gefahr eines schnellen Wegschwemmens durch Regen vorhanden ist. Nach dem Ausstreuen wird der Boden 10—15 cm tief umgearbeitet unter möglichster Schonung der Wurzeln. Ein anderes System besteht darin, daß man in einem sich erweiternden Abstand von ca. 1½ Fuß pro Lebensjahr des Baumes eine schmale, etwa 5 cm tiefe Rinne um den Baum zieht, und darin den Dünger ausstreut und ihn mit Erde bedeckt.

Wo Rindviehdünger, Gründüngung, Lauberde oder schwer löslicher Kunstdünger gebraucht wird, kann anders verfahren werden. Der Zweck einer solchen Düngung ist nicht nur vorübergehend Stoffe zum schnellen Wachstum einzelner Teile des Baumes zu geben, sondern zur Entwicklung eines schneller wachsenden, ausgedehnteren und kräftigeren Wachstums des Wurzelsystems zu führen. Man kann dies erreichen, indem man rund um jeden neugepflanzten Baum einen etwa 30 cm breiten Graben zieht, der allmählich vom

Baum nach außen bis zu 10 oder 20 cm tief wird. Der Dünger wird dann in diesen Graben gebracht und mit Erde bedeckt. Mit zunehmendem Wurzelwachstum rückt der Graben vor (pro Jahr ca. 2 Fuß). Bei dieser Düngweise erhält ein großer Teil des Wurzelsystems sehr frühzeitig Nährstoffzufuhr und wird dadurch das Wurzelwachstum und damit das allgemeine Wachstum bedeutend beschleunigt. Sobald die Wurzeln benachbarter Bäume sich berührt haben, muß der Dünger entweder in schmale Gräben zwischen den Bäumen eingegraben oder ausgestreut und der Boden ca. 10 cm tief umgearbeitet werden.

Erfolge von Düngung. Die Einwirkung der Düngung auf das Dickenwachstum von Heveabäumen ergibt sich aus folgenden Zusammenstellungen:

Ort: Deli-Moeda, Sumatra.

Art der Düngung	Nicht gedüngt	2 Pfd. Ölkuchen 350 g Doppelsuperphospat 230 g Chlorkali	2 Pfd. Ölkuchen 350 g Doppelsup.-phospat Kein Kali
Mittl. Umfang nach 2 Jahren	22 cm	35 cm	30 cm

Ort: Umbei, Malaga.

Mittlerer Umfang	Nicht gedüngt	Knochenmehl	Fischguano
März 1910	5,72"	6,34"	6,25"
Juni 1910	6,70"	7,20"	7,30"
Mittlere Zunahme des Umfangs	0,98"	0,95"	1,05"

Ort: Botanischer Garten in Peradeniya:

Art der Düngung	Mittlerer Umfang in cm Dez. 1908	Okt. 1909	Zunahme in cm
Lösliche Dünger	27 cm	38 cm	11 cm
Crotalaria striata	24 "	34 "	10 "
Lemongras	19 "	28 "	9 "
Indigo fera	23 "	33 "	10 "
Nicht gedüngt	24 "	33 "	9 "

Aus allen Düngversuchen geht hervor, daß Düngung die Bäume 6—12 Monate vor der sonstigen Zeit in zapfbare Dicke bringt, eine Tatsache, die für den Pflanzer von äußerster Wichtigkeit ist.

III. Hauptteil.

Die Ausnutzung der Heveapflanzung.

Der Latex.

Zur richtigen Überwachung der Zapfarbeiten und zur sachgemäßen Ausnutzung des Baumes ist es erforderlich, sich ein Bild von dem natürlichen Aufbau der Latexzellen und der sie umgebenden Rindenteile zu machen.

Als Kautschukquelle kommt hauptsächlich der untere Teil der Baumrinde bis in die Höhe von ca. 2 m in Betracht, da, wie die Zapfversuche in Heneratgoda bewiesen haben, die oberen Teile der Rinde nur weniger Latex enthalten.

Die Baumrinde. Die Rinde zerfällt: in die äußere Rinde, den Bast und das Kambium. Unter letzterem liegt der Holzkörper.

Die äußere, dunkelgefärbte, trockene Rinde wird von Zellen gebildet, welche jede Lebensfähigkeit verloren haben. In dem Bast sind große Mengen Zellen mit Reservenährstoffen und Kanälen, welche die in den Blättern verarbeiteten Nährstoffe nach unten, und welche die von den Wurzeln aufgenommenen Nährstoffe nach oben führen. Diese dicke Schicht lebender Zellen enthält außerdem die Latexzellräume. Sie sind weniger zahlreich; in der äußeren, älteren Schicht des Bastes sind sie dicker als in der inneren, jüngeren. Beim Zapfen wird, um die Latexzellen zum Ausfließen zu veranlassen, die äußere Rinde und der Bast weggeschnitten. Daraus ergibt sich, daß die Stärkenentwicklung bzw. die Neubildung der gesamten Bastschicht von größter Wichtigkeit für den Pflanzer und den Baum ist.

Das Kambium produziert, solange es nicht beschädigt wird, durch Zellteilung nach außen die Bastschicht mit den Latexzellen und nach innen den Holzkörper. Es selbst enthält keine Latexzellen. Jede Beschädigung des Kambiums äußert sich in verminderter Lebensfähig-

keit des Baumes, die Bastschicht zu erneuern und die Wunden zu schließen, d. h.: schneidet der Arbeiter beim Zapfen in oder durch das sehr dünne Kambium, so wird die Bildung einer neuen Bastschicht, von welcher erneutes Zapfen einzig und allein abhängt, verzögert oder gar unmöglich gemacht, ohne daß durch dieses tiefe Schneiden eine Steigerung in der erzielbaren Kautschukmenge eintreten würde.

Form und Bildung der Latexzellräume. Der Latex ist in Hevea brasiliensis in ausgesprochenen Zellräumen enthalten, welche in der Bastschicht des Stammes und der Wurzeln und in den Blättern, Blüten und Samen vorkommen. Schon der Embryo der Hevea hat nach Angabe von Scott gutentwickelte, Latex haltende Zellen, welche ein miteinander in Verbindung stehendes System bilden. Mit dem fortschreitenden Alter und Wachstum des Baumes ziehen sich diese Zellen räumlich immer weiter auseinander.

Bei mikroskopischer Betrachtung erkennt man, daß die Latexzellräume in der Regel zwischen Nährstoffsammelzellen oder Leitungsbahnen eingebettet liegen. Ihre Wände sind sehr dünn und die Flüssigkeiten der umgebenden Zellen können leicht in sie eindringen. Sucht man sich durch das Mikroskop ein Bild von der Entstehung dieser Latexzellenräume zu machen und zu erkennen, wie sie sich mit den unendlich kleinen Kügelchen der verschiedenen Substanzen füllen, deren Vereinigung schließlich den Handelskautschuk gibt, so kann man hier und dort sehen, wie reguläre Zellen durchbrechen und wie sich durch Perforation und Absorption der Quer- und einzelner Längswände dieser regulären Zellen eine einzige, unregelmäßige, langgestreckte Röhre bildet. Diese Zellzersetzung zur Bildung der Latexzellräume beginnt schon in den keimenden Samen und setzt sich bis zum Tod des Baumes fort. Betrachtet man frisch aus dem Kambium hervorgegangene Zellen, so ist es unmöglich zu unterscheiden, welche Zellen in Bast- und welche in Latexzellen sich entwickeln werden. Es ergibt sich durch diese Betrachtung, daß die Latexzellen nicht Zellen besonderer Art sind. Was heute noch vollkommen normale Bastzelle ist, kann morgen schon teil-

weise durchbrechen und durch Verschmelzung der Querwände in eine Latexzelle übergehen. Diese Neubildungen treten ganz unregelmäßig auf und ist es unmöglich, ihr Entstehen durch irgendwelche äußere Einwirkung zu beeinflussen. Je länger der Bast am Baum bleibt, um so größer ist die Zahl der Zellen, welche Fusion eingegangen haben, und je größer die Zahl der vorhandenen Bastzellen, um so größer ist wahrscheinlich die Zahl der Latexzellräume. Die Latexzellen wachsen nicht durch Verlängerung und Streckung der ursprünglichen Räume, sondern lediglich durch erneute Absorption von Zwischenzellwänden. Ihr ganzes System ist ohne ausgesprochenen allgemeinen inneren Zusammenhang, wie dies bei Euphorbia- und Castilloa-Arten der Fall ist. Nur einzelne Zellen stehen miteinander in direkter Verbindung, und zwar sind Verbindungen in vertikaler Richtung häufiger als in horizontaler.

Schneidet man Latexzellräume an, so ist es klar, daß die ausfließenden Zellen teilweise diejenigen Nachbarzellen in Mitleidenschaft ziehen können, mit welchen sie in Verbindung stehen, und daß diese Latex in die entstandenen Hohlräume abgeben. Aus der vertikalen Lagerung der Latex führenden Zellräume ergibt sich bei der Hevea die Notwendigkeit, eine große Anzahl von Einschnitten an bestimmten Stellen des Baumes unter einem gewissen Winkel zu machen, um aus einem Einschnitt von gegebener Länge die größtmögliche Latexmenge zu erzielen. Hevea ist somit verhältnismäßig schwer zu zapfen, da alle Schnitte das den Latex enthaltende Gewebe treffen müssen, und da dicht unter diesem das Kambium, welches nicht verletzt werden darf, liegt.

Latex-Analysen. Der Latex der Hevea besteht hauptsächlich aus einem Gemisch von Wasser und Kautschukkügelchen mit kleinen Mengen Zucker, Eiweiß, Gummi, Harz und mineralischen Bestandteilen. Die meisten dieser Bestandteile bilden keine Reservenährstoffe, abgesehen von Zucker und Eiweiß. Aber diese sind in so geringer Menge vorhanden, daß sie keinen Einfluß auf die Ernährung des Baumes haben können. In der Tat greift der Baum auf sie auch nur in äußerster Not zurück. Ferner kann man aus der Tatsache, daß

die Latexzellen sich aus regulären Zellen bilden, und daß sie trotz ihres verzweigten Verlaufes in der Bastschicht niemals in direkter Verbindung mit den das Leben des Baumes unterhaltenden Zellen stehen, sondern diese nur berühren, folgern, daß die in ihnen enthaltenen pflanzlichen Nährstoffe wahrscheinlich nur geringe Bedeutung für den Baum haben.

Der Latex enthält nach

Analyse von:	Seeligmann	Scott	Bamber
Wasser	55—56%	52,32%	55,15% bis 55,56%
Kautschuk	32	37,13	41,29 „ 32,0
Eiweiß	2,3	2,71	2,18 „ 2,03
Harze	Spuren	3,44	0,0 „ 2,03
Asche	—	0,23	0,41 „ 0,0
Zucker	—	4,17	0,36 „ 0,0

Aufgaben des Latex im Baumorganismus. Über die Entscheidung der Frage, welchen Zweck der Latex im Leben des Baumes hat, gehen die Ansichten weit auseinander. Nach den meisten Beobachtern ist das im Latex enthaltene Wasser von größerer Bedeutung als die anderen Bestandteile. Es ist allgemein bekannt, daß der Latexausfluß in engem Verhältnis zur Luft- und Bodenfeuchtigkeit steht. Je größer beide sind, um so reichlicher ist der Ausfluß, da dann der Baum die in ihm aufgespeicherten Reservewassermengen nicht zu seiner Ernährung gebraucht, und diese ohne inneren Widerstand in leicht flüssiger Form abgibt. In Trockenzeiten hat der Baum in vielen Fällen bereits auf das Latexwasser zurückgegriffen. Infolgedessen ist der Latex als solcher dickflüssiger geworden, gerinnt an der Luft schnell, tritt also nur in geringerer Menge aus und erhält dem Baum somit eine größere Menge Feuchtigkeit. In der Dickflüssigkeit des Latex in Trockenzeiten liegt somit ein direktes, natürliches Schutzmittel des Baumes zur Erhaltung seines aufgespeicherten Wasservorrates und Nährstoffvorrates.

Parkin ist der Ansicht, daß der Latex keine wichtige Aufgabe bei der Ernährung des Baumes zu erfüllen hat, sondern daß sein Zellensystem lediglich zur Aufspeicherung von Wasser für Trockenzeiten dient. Latex ist

ein Nebenprodukt des Baumes, und die Zellen, die ihn enthalten, stehen in Verbindung mit und sind eine weitere Entwicklung von Ausscheidungszellsäcken. Da aber an Stelle von vereinzelten Säcken ein ausgedehntes System von Zellpartien, welche miteinander in Verbindung stehen, getreten ist, liegt die Vermutung nahe, daß der Latex außer diesen Aufgaben noch neue, andere zu erfüllen hat. Von selbst drängt sich die Ansicht auf, daß er leitende Zwecke hat. Die Latexröhren können zur Leitung und zur Aufspeicherung von Wasser dienen. Diese Theorie ist die wahrscheinlichste.

Ridley stellt es zweifelhaft hin, daß der Latex diesen Zwecken dient. Seiner Ansicht nach dient der Latex zum Schutz gegen das Eindringen von Bakterien und Insekten in Wunden.

Haberlandt und andere fanden, daß in einzelnen Pflanzen die Stärkekörner im Latex verschwanden, wenn man die Pflanze 2—3 Wochen lang im Dunkeln hielt. Daraus ergibt sich, daß Hevea unter gewissen, ungünstigen äußeren Umständen auch auf diese äußersten Nährstoffreserven zurückgreift.

Andererseits aber zeigt sich wieder, daß der Latex auf die Ernährung und auf die Lebensfähigkeit des Baumes anscheinend keinen Einfluß hat, da keine Schädigung des Baumes eintritt, wenn der Baum noch so stark gezapft wird, ohne dabei das Kambium zu verletzen.

Zusammenfassung. Aus obigen Betrachtungen über den Latex ergibt sich somit folgendes:

1. Die Latexzellen entstehen aus normalen Bastzellen durch Perforation und Absorption der Querwände dieser Zellen in unregelmäßiger Verteilung.

2. Die Zeitdauer für ihre Entstehung und weitere Vergrößerung durch erneute Absorption hängt wesentlich von dem Allgemeinzustand des Baumes und von dem Alter des Bastes ab.

3. Die Entnahme des Latex schädigt die Lebensfähigkeit des Baumes nicht.

4. Je größer der innere Druck im Baum ist, d. h. je weniger Wasser der Latex an den Baum abgegeben hat, um so reichlicher ist der Latexausfluß und um so langsamer koaguliert der Latex am Baum.

5. In direkter Verbindung stehen nur einzelne senkrecht übereinanderliegende Latexzellräume. Verbindungen zwischen parallellaufenden Zellräumen sind äußerst selten.

Latexausfluß und Schnittrichtung. Hieraus ergibt sich für die Richtung der Einschnitte:

Ein horizontaler Schnitt führt den Latex nicht zu einem gemeinsamen Sammelpunkt weiter und schneidet nur wenige Zellen an. Horizontales Schneiden würde somit sehr viel Scrap ergeben, da der Latex an der Rinde herunterlaufen und an ihr trocknen würde. Im Interesse der Rentabilität ist es aber gelegen, möglichst wenig Scrap zu erhalten, da dieser nur geringeren Handelswert hat.

Ein vertikaler Schnitt ist naturgemäß am besten geeignet, den Latex zu einem gewünschten Punkt zu führen. Aus der Anordnung der Latexzellen geht aber hervor, daß derartige Schnitte nur verhältnismäßig wenige Latexzellräume treffen, und daß diese infolge Aufhebung des inneren Druckes nur wenig Latex abgeben können.

Parkin bewies, daß einfache Schnitte in schräger Richtung annähernd doppelt so viel Latex lieferten wie Horizontal- oder Vertikalschnitte, die in dieser Hinsicht fast gleiche Wirkung haben. In der Praxis hat sich ein Neigungswinkel der Schnitte von 35—45° als der beste bewiesen, da dann eine große Anzahl Latexzellräume gleichzeitig zum Ausfluß gebracht werden. Über Länge der Schnitte und über den räumlichen Abstand (ca. 1 Fuß) zwischen den einzelnen Schnitten siehe „Zapfarten".

Das Zapfen.

Zapfinstrumente.

Eine Steigerung der Kautschukmenge des einzelnen Baumes läßt sich dadurch erzielen, daß man die zur Verfügung stehende Rinde möglichst oft anzapft. Beim Zapfen kommt es somit darauf an, bei jeder einzelnen Anzapfung nur möglichst wenig Rinde unter möglichst großer Schonung des Baumes wegzunehmen. Je dünner also die einzelnen Schnitte gemacht werden können, und je weniger groß die Verletzungsgefahr des Kam-



Ältere Zapfmethode durch Schrägschnitte.

biums ist, um so mehr erfüllt das Zapfinstrument seinen Zweck.

An ein Zapfinstrument sind folgende Anforderungen zu stellen: [Wright]

1. Dünner, gleichmäßiger, ebener Schnitt, durch welchen der Bast und die äußere Rinde ohne Quetschung der Bast- oder Latexzellen leicht abgetrennt wird.

2. Der einzelne Schnitt soll im Mittel nicht mehr als 1 mm Bastschicht wegnehmen.

3. Regulierbarkeit der Tiefe des Schnittes nach der Dicke der Rinde und des Bastes. Sichtbarkeit des Schnittes.

4. Einfache Konstruktion, große Haltbarkeit, leichtes Schärfen des Schnittmessers, billiger Anschaffungspreis.

5. Anordnung der Schneideflächen so, daß aufwärts und abwärts geschnitten werden kann.

Bei der Auswahl des einzuführenden Zapfinstrumentes muß man außer obigen Punkten stets noch berücksichtigen, daß der farbige Arbeiter

1. mit seinem Arbeitsgerät ziemlich unachtsam umgeht, ohne es sonderlich zu schonen;

2. daß er eine komplizierte Konstruktion nicht in vollem Maß auszunutzen versteht, da er seine Arbeit lediglich mechanisch ausführt, ohne viel Überlegungen dabei anzustellen;

3. daß in jeder Pflanzung ein Stamm von Zapfarbeitern besonders auszubilden und so lange als möglich zu erhalten ist, und

4. daß diese Leute häufig durch die stete Übung mit den einfachsten Messern besser und sorgfältiger arbeiten und geringere Rindenschichten wegnehmen können, als mit komplizierten.

Zapfmesser. Trotz der verschiedenen neuen Erfindungen im Gebiet der Zapfinstrumente zieht man in Ostasien die einfacheren Konstruktionen vor: den geraden oder gebogenen Meißel oder das Hufmesser. Welches Messer das beste ist, hängt in allen Fällen davon ab, woran der Arbeiter gewöhnt ist. Bei steter Überwachung durch einen ausgebildeten Europäer und bei Vorhandensein eines ausgebildeten Arbeiterstammes wird mit diesen Instrumenten in der Regel gut und ohne

ernste Rindenverletzung gezapft. Sind beide Voraussetzungen nicht erfüllt, dann wird in den meisten Fällen der Baum beim Zapfen schwer beschädigt.

Es existiert eine große Menge von allen möglichen Systemen von Zapfmessern, von den einfachsten Formen bis zu den kompliziertesten.

Auf vielen Pflanzungen der Malaiischen Halbinsel wird mit gutem Erfolg mit dem Hufmesser und seinen Variationen gearbeitet.

Ebenso beliebt ist der Meißel, hauptsächlich in seiner gebogenen Form.

Das „Para"-Zapfmesser wird vielfach zur Anlage der ersten Schnitte verwendet.

Zu den Messern mit Schutzvorrichtung gegen zu tiefes Einschneiden gehört das „Miller"-Messer. Es ist einfach in seiner Konstruktion, gestattet Schneiden in jeder Richtung, ist mit einer nicht verstellbaren Sicherheitsplatte versehen und liefert dünne Schnitte.

Auf ähnlicher Konstruktion beruht das Sculfer-Messer.

Zapfbeginn.

Der Zapfbeginn hängt ab:

1. vom Umfang der Bäume,
2. vom Alter der Bäume,
3. von der Prozentzahl zapfreifer Bäume.

Aus praktischen Gründen ergibt sich, daß das Zapfen mit Aussicht auf Erfolg erst dann beginnen kann, wenn eine genügend große Zapfoberfläche vorhanden ist, und wenn man die Gewißheit hat, daß unter dem Einfluß des Alters sich im Bastteil Latexzellräume in genügender Anzahl entwickelt haben.

Minimalumfang und frühestes Alter. Im allgemeinen sieht man einen Stammumfang von 60 cm, 1 m über dem Erdboden gemessen, als unterste Grenze des Zapfbeginnes an. Dann ist die Rindenoberfläche des Stammteiles, der zum Zapfen in Betracht kommt, so

groß, daß nicht von vornherein die Gefahr vorhanden ist, sie in ihrer Gesamtheit in kurzer Zeit durch das Zapfen zu entfernen. Diesen Umfang kann unter günstigen Umständen der Stamm in ca. 5 Jahren erreicht haben. Ist der Baum durch weniger günstige Verhältnisse (geringere Regenmenge, größere Höhenlage, enges Pflanzen) langsamer gewachsen, dann kann bei einem Alter von mindestens 6 Jahren schon bei einem Stammumfang von mindestens 45 cm mit dem Zapfen begonnen werden. Der Unterschied im Dickenwachstum wird in diesem Fall ausgeglichen durch das vermehrte Alter des Baumes, dessen Rinde verhältnismäßig ebensoviel Latexzellen wie der stärker gewachsene jüngere Baum enthält. Dem geringeren Umfang entsprechend, kann ein solcher Baum aber nur leicht gezapft werden. Haben sich die Bäume in ihrer Gesamtheit gut und schnell entwickelt, und sollten sie in größerer Prozentzahl die unterste Zapfgrenze bereits vor 4 Jahren erreicht haben, so empfiehlt es sich aus folgenden Gründen trotzdem nicht, die Bäume zu früh zu zapfen.

Latexzusammensetzung und Kautschukmenge in verschiedenem Alter. Das Alter der Bäume beeinflußt in ausgesprochenem Maße die Qualität des Latex und damit den Handelswert des Kautschuks. Aus den Analysen von Bamber ergibt sich folgende Zusammensetzung des Kautschuks der Heveabäume:

	Alter (Jahre):					
	2	4	6	8	10—12	30
Feuchtigkeit	0,7%	0,65%	0,55%	0,85%	0,20%	0,50%
Asche	0,5	0,30	0,40	0,14	0,22	0,25
Harze	3,6	2,72	2,75	2,66	2,26	2,32
Eiweiß	4,0	1,75	1,51	1,75	2,97	3,69
Kautschuk	91,2	94,58	94,79	94,60	94,35	93,24

Nach den Analysen von Clayton Beadle und Stevens ergibt sich folgendes Bild für die Zusammensetzung des Latex, also des Produktes, aus welchem der Kautschuk gewonnen wird:

	Alter (Jahre): 4	10
Wasser	70%	60%
Harz	1,22	1,65
Eiweiß	1,47	2,03
Asche	0,24	0,70
Kautschuk	27,07	35,62

Nach dem Trocknen des Latex ergab sich hieraus folgende Zusammensetzung dieses Kautschuks:

Harz	4,06%	4,13%
Eiweiß	4,90	5,08
Asche	0,80	1,75
Kautschuk	29,04	90,24

Aus weiteren Analysen von Clayton Beadle und Stevens ergaben sich nur 22—25% und 27—33% trockener Kautschuk im Latex 4jähriger Bäume.

Nach Parkin ist es unmöglich, aus jungen Bäumen guten Kautschuk zu gewinnen.

Ein Zapfen zu junger Bäume (unter 4 Jahren) ist, selbst bei starkem Dickenwachstum, ein Fehler. Denn nach den Angaben von Stanley Arden ist der Kautschuk von 3½—4jährigen Heveabäumen entschieden minderwertig. Er ist mürbe, nicht elastisch und nicht dehnbar. Erst vom 6. Jahr ab vermindert sich der Harzgehalt und ist dann der Kautschuk nicht mehr klebrig.

Latexmenge in verschiedenem Alter. Um festzustellen, inwieweit die erhaltbare Kautschukmenge das Zapfen von jungen, etwa zu dichtstehenden Bäumen rechtfertigen würde, wählte man auf der Malaiischen Halbinsel 50 Bäume von 3½ Jahren aus. Es standen 560 Bäume auf dem Hektar. Der mittlere Umfang betrug 45 cm. Die 50 Versuchsbäume hatten einen Umfang von je 65 cm. Die Höhe der Zapfungen ging vom Boden bis 70 cm. Als Zapfart verwendete man den Grätenschnitt. Die Zapfungen wurden alle 2 Tage wiederholt. Ein einziger Baum gab überhaupt kein Resultat. Das geringste Resultat betrug 15 g, das größte 103 g trockenen Kautschuks. Im Mittel ergaben sich 43 g pro Baum. Es ist klar, daß diese Resultate in keiner Weise

eine derartig frühe Ausnutzung des Baumes rechtfertigen. 5jährige Bäume vom Linsum-Estate mit einem mittleren Umfang von 80—85 cm pro Baum gaben in 8—10 Anzapfungen 250—300 g trockenen Kautschuk pro Baum. (!) Kein Baum blieb unter diesem Ergebnis zurück. Aus allen seitherigen Erfahrungen ergibt sich, daß in der Praxis die Zapfbarkeit der Hevea unter äußerst günstigen Verhältnissen vom 5. Jahre ab beginnt. Andererseits aber ist es ohne weiteres klar, daß das Alter des Baumes in ausgedehntem Maße die Produktion und die Güte des Latex bestimmt, und daß ältere Bäume vom selben Umfang wie andere jüngere stets das bessere Produkt geben.

Mindestprozentsatz zapfreifer Bäume. Das Zapfen lohnt sich vom kaufmännischen Standpunkt aus erst, wenn ca. 50% der Bäume obiges Dickenwachstum und obige Altersgrenze erreicht haben.

Zapfzeiten.

Zapf- und Wachstumsperioden. Durch das Zapfen wird Rinde entfernt. Der Baum braucht andererseits, wie später zu zeigen ist, gewisse Ruhepausen zwischen den einzelnen Zapfperioden. Hevea hat ihrerseits gewisse Perioden im Jahre, in welchen sie sich ausruht, ihre Blätter abwirft und andere, in welchen sie nach dieser Ruheperiode energisch von neuem wächst. Logischerweise wäre es somit das beste, die Zapfperioden in oder kurz vor die Periode dieses kräftigsten Wachstums zu legen, damit in dieser Zeit die durch das Zapfen entstandenen Rindenverletzungen möglichst schnell durch die allgemeine Wachstumssteigerung vernarben können. Hemmend tritt dieser Überlegung entgegen, daß in dieser laublosen Zeit eine, wenn auch nur geringe, Abnahme der Latexmenge beim Zapfen festgestellt wurde. Vielfach wird die Latexabnahme in der blattlosen Zeit bedingt durch die dann herrschende ausgesprochene Trockenzeit, in welcher der Baum auf alles zu seiner Verfügung stehende Wasser zurückgreift, worunter dann auch der Latex zu leiden hat. Herrscht aber während der blattlosen Zeit feuchte Witterung mit bedecktem

Himmel, ist die Temperatur niedrig und die allgemeine Boden- und Luftfeuchtigkeit groß, dann tritt, da der Baum infolge des Wegfalles der Blattranspiration keine Feuchtigkeit nach außen hin abgeben kann, und da somit im Innern des Baumes vermehrter Druck herrscht, in den meisten Fällen eine Steigerung des Latexausflusses ein. Es wäre somit ein Fehler, diese günstige Periode unbenutzt vorbeigehen zu lassen.

Durch fortgesetzte Beobachtungen von Bamber und Lock in Heneratgoda (Juni 1908 bis Februar 1911) wurde festgestellt: „Es ist zwar eine regelmäßige Schwankung im Zapfergebnis vorhanden, aber sie kommt nicht in großem Umfang zum Ausdruck: das Maximum für Ceylon liegt im Dezember, das Minimum im März". Daraus ergibt sich, daß man, soweit nicht andere Umstände hindernd wirken, zu jeder Jahreszeit zapfen könnte.

Einwirkung von Luft- und Bodenfeuchtigkeit auf Latexausfluß. Durch die Praxis wurde festgestellt, daß der Latexausfluß ausgesprochen von den allgemeinen Luft- und Bodenfeuchtigkeitsverhältnissen abhängt. Eine merkliche quantitative Abnahme des Latexausflusses, die aber in vielen Fällen mit qualitativer Verbesserung verbunden ist, tritt ein, wenn 7—12 Tage jeder Niederschlag ausbleibt. Daraus ergibt sich, daß man das Zapfen zweckmäßig in die Monate verlegt, in welchen durch häufige, regelmäßig zu erwartende Regen genügend allgemeine Feuchtigkeit zu erwarten ist. Besonders gut eignet sich somit zum Zapfen der Beginn und das Ende der Regenzeit. Ob in der Zeit der schwersten Regen gezapft werden kann, hängt lediglich von örtlichen Verhältnissen ab, und muß im speziellen Fall entschieden werden, da durch schwere Regen während der Zapfstunden ein großer Teil des Latex vom Baum abgespült wird.

Einfluß der Tageszeiten auf den Latexausfluß. Als weitere praktische Folge dieser Beziehungen zwischen Feuchtigkeit und Latexausfluß ergibt sich, daß das Zapfen am zweckmäßigsten morgens zu erfolgen hat,

da dann Druck- und Feuchtigkeitsverhältnisse am günstigsten sind. Durch die Blattranspiration und Bodenverdunstung nimmt der Druck von 10° V. merklich ab. Infolgedessen eignet sich zum Zapfen am besten die Zeit von 6° V. bis 10° V. Reicht diese Zeit nicht aus, dann kann nochmals von 5—6° abends gezapft werden. In den übrigen Tagesstunden unterbleibt das Zapfen am zweckmäßigsten völlig, wenn die Temperatur nicht niedrig und der Himmel stark bewölkt ist.

Um eine schnelle Verdunstung des im ausgeflossenen Latex befindlichen Wassers zu verhindern, empfiehlt es sich, nach Möglichkeit beim Zapfen den Sonnenstand zu berücksichtigen. Zapft man die Ostseite des Baumes, dann wird diese zweckmäßig erst abends bearbeitet. Sinngemäß ist das Verfahren auf der Westseite.

Folgende Zusammenstellung zeigt, daß es im Interesse des Pflanzers gelegen ist, die Hauptmasse der Bäume morgens zu zäpfen. Unter äußerlich gleichen Verhältnissen (Alter, Pflanzweite, Entwicklung, Zapfart) erhielt man von derselben Anzahl Bäume:

Zeit der Zapfung morgens	abends	Untersch. zugunsten des Morgenszapfens	Ort
314 Pfd.	263 Pfd. Kautsch.	51 Pfd. Kautschuk	Singapore
110 „	90 „ „	20 „ „	„
109 „	85 „ „	24 „ „	„
296 ccm	91 ccm Latex	205 ccm Latex	Annam
3,54 „	1,89 „ „	1,65 „ „	Mergui,Südind.

Wiederholtes Zapfen.

Durch die Erfahrungen in allen Hevea zapfenden Ländern wurde festgestellt, daß Hevea eine direkte Reizung verlangt, um reichlich Latex abzugeben. Die ersten Anschnitte ergaben in allen Fällen nur einen geringen Latexausfluß. In Brasilien ist dieser so gering, daß die eingeborenen Zapfer beim Zapfen im Urwald beim ersten Anschneiden nur in Ausnahmefällen Sammelgefäße anbringen. Ursprünglich hatte man in Ceylon nur zeitweise mit großen Pausen zwischen den einzelnen Schnitten gezapft, und auf diese Weise nur unbefriedigende Resultate erhalten, da noch keine vom Baum

direkt verlangte Reizung zur Latexabgabe eingetreten war. Man rechnete noch 1896 nach den Schätzungen von Dr. Trimens pro Baum zwischen dem 12. und 21. Jahr mit einer Jahresernte von nur 1½ Pfd. Auf den acre mit 50 Bäumen (30×30 Fuß) ergaben sich hieraus 75 Pfd. und war dieses Resultat in keiner Weise ermutigend.

In den folgenden Jahren legte man den Zapfversuchen das System der amerikanischen Zapfer, das in längerem, fortgesetztem Zapfen besteht, zugrunde. Man erhielt damit sehr bemerkenswerte Resultate, aus denen klar hervorgeht, daß der Latexausfluß der Hevea an Menge zunimmt, je öfter der Baum in kurzen Zwischenräumen gezapft wird.

Die Versuche von Dr. Willis und Parkin in Ceylon ergaben folgendes Resultat:

Nr. der Anzapfung	Anzahl der Schnitte	Datum des Zapftages	Erhaltene Menge Latex in ccm
1	40	25. März	61,0
2	40	30. März	105,5
3	40	6. April	220,0
4	40	12. April	208,5
5	40	15. April	255,5
6	40	20. April	290,0
7	40	25. April	276,0
8	40	1. Mai	253,0
9	40	6. Mai	264,5
10	40	13. Mai	275,0
11	40	20. Mai	255,0
12	40	26. Mai	262,0
13	40	1. Juni	328,0
14	40	6. Juni	449,0

Experimente von M. Stanley—Arden (Straits Settlements) ergaben bei 30 Bäumen folgende Steigerung der Latexmenge durch das Zapfen:

1. Zapfen	283,00 g	6. Zapfen	1 125 g	11. Zapfen	1 232 g
2. „	469 „	7. „	1 054 „	12. „	1 358 „
3. „	736 „	8. „	1 145 „	13. „	1 344 „
4. „	806 „	9. „	1 125 „	14. „	1 344 „
5. „	1 019 „	10 „	1 288 „		

7*

Erklärung des vermehrten Latexausflusses. Physiologisch läßt sich diese unerwartete Erscheinung nur mit der organischen Anordnung der Latex führenden Zellen erklären. Bei der ersten Verwundung des Baumes durch das Zapfen werden zunächst nur diejenigen Zellen mechanisch zum Ausfluß gebracht, welche in dem unmittelbar angeschnittenen Teil liegen. Der Baum sucht in allen Teilen einen möglichst gleichmäßigen Druck herzustellen bzw. zu erhalten. Infolgedessen werden die leergelaufenen Zellen sobald als möglich wieder gefüllt. Dies ist nur möglich durch Inanspruchnahme derjenigen Zellen, in welchen noch Latex vorhanden ist. In den ausgelaufenen Zellen ist ein luftverdünnter Raum, somit weniger Druck. Um diesen auszugleichen, brechen die in unmittelbarer Nähe des Einschnitts gelegenen Latexzellsackwände durch die Schwere des in ihnen enthaltenen Latex durch. So entstehen an Stelle der einzelnen getrennt nebeneinanderliegenden Zellen Reihen von Schläuchen. Wird der Baum nochmals angeschnitten oder noch besser, werden die Wundränder der früheren Einschnitte von neuem wieder geöffnet, so wird mehr und mehr Latex aus dem Baum gezogen, und vergrößert sich durch die Schwere des Latex im Baum und durch den Durchbruch stets neuer Scheidewände die für den Ausfluß in Anspruch genommene Fläche der Bastschicht immer mehr. Demgemäß tritt größerer Latexausfluß ein.

Veränderung des Latex. In der Bastschicht des Baumes ist aber nur eine gewisse, vom Alter des Baumes und vom Alter der Rinde direkt abhängige Menge Latex aus bestimmten Stoffen und Zellen aufgebaut worden, wie oben entwickelt. Seinerseits sucht der Baum jeden weggenommenen Bestandteil, also auch den Latex, so schnell als möglich zu ersetzen. Die Nährzellen können diese Aufgabe nicht allein erfüllen. Die Latexzellen sind durch das Zapfen weniger gefüllt und entsteht dadurch ein anderer, für das Leben des Baumes weniger günstigerer, verminderter Druck im Innern des Baumes. Diese Druckherabsetzung sucht der Baum dadurch auszugleichen, daß er an die Latexzellen in größerer Menge als seither Harze, Eiweiß und vor allem Wasser abgibt, damit die Zellen füllt, und so den erforderlichen Druck

in verhältnismäßig kurzer Zeit, in der Regel in frühestens 24 und spätestens 48 Stunden, wieder herstellt. In vielen Fällen wird durch vermehrte Wasserzufuhr in die Latexzellen ein geringer Überdruck erzeugt, der sich äußerlich durch geringe Anschwellung der unmittelbaren Umgebung der Zapfstellen kenntlich macht, und das vermehrte Ausfließen bei wiederholten Anzapfungen hervorruft.

Der Latex, welcher nach einer Reihe von Anzapfungen aus dem Baum austritt, zeigt eine veränderte Farbe; die gelbliche Färbung hat sich in weiße verändert. Diese Verfärbung ist durch den größeren Wassergehalt des Latex hervorgerufen. Während der ersten Anzapfungen ist die Veränderung des Prozentsatzes des Kautschukgehalts im Latex mehr oder weniger umgekehrt proportional zu der Länge der Pausen zwischen den einzelnen Zapfungen, d. h. die Kautschukabnahme ist um so größer, je schneller die Zapfungen aufeinander folgen. Früher oder später tritt dann eine nahezu konstant bleibende Zusammensetzung des neugebildeten, verdünnten Latex ein. Sein definitiver Kautschukgehalt ist um so geringer, je kürzer die Pausen zwischen den einzelnen Zapfungen sind, und steigt mit ihrer Länge. Während der normale Latex 50—60 % Wasser enthält, kann dieser, nicht durch natürliche Entwicklung entstandene, sondern zu schnell gebildete verdünnte Latex bis zu 90 % Wasser aufweisen. Dementsprechend sinkt sein Kautschukgehalt, und demgemäß tritt eine weniger gute Rentabilität der Pflanzung ein.

Ridley erhielt während der ersten Zapfperiode von 531 oz. Latex 9 Pfd. trockenen Kautschuk und während der zweiten Zapfperiode von 433 oz. latex 4 Pfd. 445 g trockenen Kautschuk.

Aus obigen Ausführungen geht somit hervor, daß durch schnell aufeinanderfolgende Anzapfungen sich nur die Latexmenge steigern läßt, daß der im Latex vorhandene Kautschukgehalt durch allzuhäufige Anzapfungen sich aber verringert.

Rindenschädigung. Weiterhin ist klar, daß durch jede Anzapfung ein Teil der Rinde des Baumes wegge-

nommen wird. Sind die einzelnen Schnitte 30 cm voneinander entfernt, dann ergibt sich nach Bamber:

Pause zwischen den einzelnen Zapfungen:
1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 Tage,

Rinde völlig entfernt in:
2¼, 4, 6, 7, 8, 9, 10 Jahren.

Im Interesse des Pflanzers muß es liegen, die zur Verfügung stehende Rinde so lange als irgend möglich zu erhalten, und aus ihr eine möglichst große Menge hochwertigen Kautschuks zu erzielen. In der vorhandenen zapfbaren Rinde liegt die Rentabilität der Pflanzung. Jedes Bestreben des Pflanzers läuft darauf hinaus, stets zapfbare Rindenoberflächen in möglichst großer Menge zur Verfügung zu haben. Dementsprechend wurden, wie oben gezeigt, die Zapfmesser ausgewählt, und wird, s. u., der Baum in entsprechende Zapfabschnitte eingeteilt. Unwillkürlich muß aber einmal der Zeitpunkt eintreten, in welchem die ursprüngliche Rinde völlig weggeschnitten ist. Die Kunst des Pflanzers ist es deswegen, den Baum so einzuteilen, daß auch dann noch stets wieder neue Zapfflächen vorhanden sind, welche reichlich Latex von guter Qualität liefern.

Es ist klar, daß der Zeitraum, den man dem Baum zur Bildung einer neuen Rinde geben muß, direkt von der Tiefe, bis in welche die ursprüngliche Rinde entfernt wurde, und von allgemeinen Wachstumsbedingungen abhängt. Je größer die Pflanzweite ist, um so schneller bildet sich neue Rinde. Enge Pflanzweite, armer Boden und ausgedehnte Zwischenkulturen wirken hemmend auf ihre Bildung. In der neuen Rinde sind jedoch die Latexzellen noch nicht so stark entwickelt, daß sie ohne weiteres gezapft werden könnten. Die Heveakultur ist noch zu jung, um ein abschließendes Urteil darüber abgeben zu können, wann die neugebildete Rinde mit Erfolg für den Pflanzer und ohne Nachteil für den Baum wieder völlig durch Zapfen entfernt werden kann. Gallagher und Wright raten zu einer vierjährigen Pause, wenn die Bäume enger als 24×24 Fuß stehen. Bei größerer Pflanzweite halten beide Autoritäten drei Jahre

für ausreichend. Nach Parkinson ist erneute Rinde nach der ersten Zapfperiode nach zwei und später nach drei Jahren zapfreif.

Aus obigen Betrachtungen ergibt sich somit für das Zapfen:

1. Reizung der Latexzellen so, daß sie reichlich Latex mit hochprozentigem Kautschukgehalt abgeben;
2. möglichstes Schonen der Rinde;
3. Einteilung der Zapfoberfläche so, daß nie die gesamte Bastschicht in einer einzigen Zapfperiode weggenommen werden kann.

Zapfperioden. Die Praxis hat gezeigt, daß es nur unter ausnehmend günstigen äußeren Verhältnissen möglich ist, Hevea ohne Unterbrechung jahrelang zu zapfen. In der Regel muß man sich unter Berücksichtigung der besonders günstigen Jahreszeiten darauf beschränken, den Baum etwa drei Monate lang mit kurzen Zwischenpausen zu zapfen. Ob man in dieser Zapfperiode dann täglich oder einen über den andern Tag zapft, muß durch die örtlichen Ergebnisse festgestellt werden. Zapft man täglich, dann liegt die Gefahr einer baldigen Verschlechterung des Latex durch zu großen Wassergehalt, s. o., nahe, ohne daß das Endergebnis, was die am Schluß erhaltene Kautschukmenge betrifft, sich im Vergleich zu der weggeschnittenen Rinde um bedeutendes vermehrt. Legt man einen Tag Pause zwischen die einzelnen Anzapfungen, dann bleibt die Rindenoberfläche länger erhalten, und außerdem ist im allgemeinen das Zapfergebnis größer. Die Pausen über mehrere Tage auszudehnen empfiehlt sich nicht, da das Zapfergebnis dann zu sehr abnimmt. Bei in diesem Sinn angestellten Zapfversuchen erhielt man folgende Resultate in Ceylon:

Bei täglichem Zapfen an 264 Tagen 9 Pfd. Kautschuk; Rinde völlig weggeschnitten. Bei Zapfen ein über den andern Tag an 131 Tagen 11 Pfd. Kautschuk; Rinde zur Hälfte weggeschnitten.

Aus den Zapfversuchen von Arden Stanley geht hervor:

60 Zapfungen an 6 aufeinanderfolgenden Tagen ergaben 99½ Pfd. nassen Kautschuk,
60 „ mit 2 Tagen Zwischenpause ergaben 111 Pfd. nassen Kautschuk,
60 „ mit 7 Tagen Zwischenpause ergaben 104 Pfd. nassen Kautschuk.

Durch die Erfahrungen auf der Malaiischen Halbinsel ist bewiesen, daß nach einem dreimonatigen Zapfen mit eintägiger Zwischenpause in vielen Fällen der Latexertrag so gering ist, daß die Zapfkosten nicht gedeckt werden. Allerdings kommen auch Ausnahmefälle vor, wo der Baum, ohne im Ertrag nachzulassen, zwei und drei Jahre lang ohne Unterbrechung gezapft wurde.

In der Regel verlangt Hevea nach der obigen dreimonatigen Zapfperiode eine Ruhepause für etwa zwei Monate. In der dann folgenden neuen Zapfperiode erreicht der Baum nach 4—5 Zapfungen den nahezu konstant bleibenden Höchstausfluß. Nach ca. 40 Zapfungen tritt dann abermals ein plötzliches energisches Nachlassen im Ertrag ein. Auf diese Weise ist es möglich, den Baum so zu zapfen, daß bei einer Einteilung in vier Zapfstreifen ein einziger Rindenstreifen pro Jahr entfernt wird. Die weggeschnittene Rinde hat dann stets genügend Zeit, sich in der jahrelangen Ruhepause völlig zu erneuern, so daß sie ein brauchbares Produkt liefern kann.

Zapfhöhe und Latexertrag.

Wenngleich Hevea brasiliensis in der ganzen Bastschicht Latex enthält, so ist die in den einzelnen Baumteilen enthaltene Menge, wie sich aus der verschiedenen Bastdicke ohne weiteres schließen läßt, verschieden groß. Auffallenderweise zeigt auch der Latex in den einzelnen Höhen einen verschieden großen Kautschukgehalt. Der Latex ist in der oberen Baumhälfte ärmer an Kautschuk als im Stamm, und liegt es deshalb im eigenen Interesse des Pflanzers sowohl wie in dem des Käufers, daß nur der im Stamm selbst enthaltene Latex zur Kautschuk-

bereitung verwendet wird. Der in schmalen Ästen und Zweigen sich befindende Latex muß zur Kautschukgewinnung völlig außer Betracht gelassen werden.

Kautschukmenge in verschiedener Höhe. Burgers stellte folgende Abnahme des Kautschukgehalts im Latex fest:

Lage des Schnittes	Kautschukgehalt im Latex	Harze im Kautschuk
Große, freigelegte Wurzel	43,8 %	2,27 %
Hauptstamm, 30-60 cm über Erdboden	44,4 %	2,18 %
Seitenast, 6 m über dem Erdboden	39,8 %	1,88 %

Die Versuche von Collet zeigen, daß das Zapfen der Rinde in einer Höhe vom Erdboden bis zu 1,50 m bei Hevea die größten Resultate liefert:

120	Einschnitte	von 15—60 cm	über dem Erdboden ergaben	2 226 g†)
120	„	„ 60—120 „	„ „ „ „	1 111 g†)
120	„	„ 120—180 „	„ „ „ „	587 g†)
16	Zapfungen	„ 180—300 „	„ „ „ „	1 226 g*)
16	„	„ 3—6 m	„ „ „ „	1 497 g*)
16	„	„ 6—9 „	„ „ „ „	1 114 g*)
23	„	„ der Basis bis zu 9 m	„ „	2 054 g*)
8	„	„ „ „ „ „ 15 m	„ „	760 g*)

†) Versuche von Collet an jungen Bäumen.

*) Versuche in Heneratgoda an 30jährigen Bäumen.

Eine Kontrolle dieser Resultate wurde an anderen Bäumen mit dem Fischgrätensystem von Collet gemacht. Die Bäume wurden 14 Tage lang täglich gezapft. Es ergab:

Gruppe	Unterer Teil von Basis bis 0,9 m	Oberteil von 0,90—1,8 m
I	4 865 g Latex	3 653 g Latex
II	6 215 „ „	5 480 „ „

Aus diesen Versuchen ergibt sich, daß vom Fuß des Baumes bis in eine Höhe von ca. 1 m sich das latexreichste Gewebe im Baum befindet, daß die zum Zapfen in Frage kommende Rindenoberfläche sich aber bis ca. 2 m Höhe erstreckt. Der Baum ist deshalb zur Erleichterung des Zapfens bis in diese Höhe ohne Vergabelung zu ziehen, vgl. „Beschneiden“.

Hohes Zapfen älterer Bäume. Sollte durch zu schnelles Zapfen und zu große Rindenwegnahme der untere Rindenteil des Stammes älterer Bäume zu einer Zeit, wo es etwa infolge äußerst günstiger Marktpreise wünschenswert ist, große Kautschukmengen auf den Markt zu bringen, nicht zapfreif sein, so hat der Pflanzer stets die Möglichkeit, den Baum in größerer Höhe zapfen zu lassen. Allerdings steigern sich die Herstellungskosten durch das erschwerte Arbeiten um geringes — aber die Pflanzung kann Kautschuk liefern. Auf der Pflanzung Highlands and Lowlands (Straits Settlements) erhielt man von 10jährigen Bäumen während drei Monaten 1,5 Pfd. trockenen Kautschuk beim Zapfen von 1,8 m aufwärts. Unter normalen Verhältnissen wird man nicht auf die höheren Teile des Baumes zum Zapfen zurückgreifen.

Tiefes Zapfen junger Bäume. Dagegen kann es sich empfehlen, jüngere Bäume, wenn überhaupt, dann nur in den unteren Stammteilen zu zapfen. Für 3—4jährige Bäume kommen in Frage die Stammteile von der Basis bis zu 60 cm, für 5jährige bis 90 cm, 6jährige 120—180 cm. Da man in fast allen Fällen ausnahmslos aber schlechte Resultate mit dem Zapfen junger Bäume gemacht hat, so geht die jetzige allgemeine Ansicht dahin, das Zapfen unter allen Umständen erst dann zu beginnen, wenn sich die Bäume so stark entwickelt haben, daß man sie mit Gewißheit ohne Schädigung zapfen und brauchbaren Kautschuk von ihnen erhalten kann.

Vorbereitung des Zapfens.

Von der richtigen Zapfmethode hängt der Ertrag der Pflanzung und von der richtigen Ausführung der Zapfarbeiten die Lebensfähigkeit der Bäume ab. Daraus ergibt sich, daß der Pflanzer alle Entschlüsse in dieser Hinsicht unter Berücksichtigung des Alters der Pflanzung und des Arbeitermaterials auf das gründlichste überlegen und nach einem einheitlichen, wohldurchdachten Plan bei all diesen Arbeiten vorgehen muß.

Festlegen der Zapfflächen und Zapflinien. Es ergibt sich ohne weiteres, daß das Zapfen je nach

dem Alter des Baumes verschieden sein muß. Bei jungen, schmäleren Bäumen müssen die Zapfflächen eine größere Stammfläche umfassen, muß aber die Zapfmethode weniger drastisch und die Zahl der Schnitte geringer sein als bei älteren Bäumen. In der Regel greifen deshalb bei jungen Bäumen die einzelnen Schnitte etwa um die Hälfte des Baumes. Mit fortschreitendem Alter, also mit Zunahme des Baumumfanges, können die Schnitte, ohne deswegen bedeutend an Länge abnehmen zu müssen, sich auf einen kleineren Raum des Stammumfanges beschränken. Zur völligen Ausnutzung des Baumes tritt dann in den meisten Fällen, von 60 cm Stammumfang an, eine nochmalige Teilung der Zapfstreifen in der Weise ein, daß die zu bearbeitende Jahresfläche auf zwei sich diametral gegenüberliegende Zapfstreifen verteilt wird. Diese werden in der Zapfperiode dann so bearbeitet, daß man abwechselnd jeden Streifen jeden zweiten Tag, den Baum selbst somit jeden einzelnen Tag anschneidet.

Bei dieser Gelegenheit muß nochmals darauf hingewiesen werden, daß es für den Pflanzer unumgänglich nötig ist, die Zapfarbeiten dauernd zu überwachen.

Von großer Bedeutung ist es, daß von Anfang an die einzelnen Zapflinien, auf welche sich alle weiteren Zapfungen aufbauen, auf das genaueste von speziell hierzu ausgebildeten Leuten richtig festgelegt werden. Alle Zapflinien müssen parallel laufen und genau geregelten Abstand haben. Zum Festlegen gleichmäßiger Schnitte geht man etwa in folgender Weise vor: Man teilt einen langen Stock in Abstände von 30 zu 30 cm (den Abstand der einzelnen Schnitte) ein. Ein Stück Blech, das unter 45° geschnitten ist, wird verschiebbar am Stock befestigt. Dieser Stock wird an den Baum gelegt. Das Blechstück wird der Baumform entsprechend gebogen und durch dasselbe im festgelegten Abstand eine Schnittlinie von beliebig zu regelnder Länge markiert.

Bevor man mit dem Zapfen beginnt, wird der Baum sorgfältig bis in Manneshöhe mit Hilfe eines Messers in der Weise bearbeitet, daß man alle leichten Unebenheiten und jede etwaige Bewachsung entfernt. Dann wird der Stamm sorgfältig abgebürstet. Bei jungen Bäumen, welche noch keine Narben haben, genügt Ab-

reiben mit der faserigen Umhüllung der Kokosnuß. Kurz, man versucht eine möglichst glatte und möglichst reine Oberfläche zu erhalten, um das Ausfließen des Latex ohne Schwierigkeiten zu ermöglichen, und um zu vermeiden, daß er sich bei einem Abtröpfeln auf den Stamm mit Rindenstücken usw. verunreinigen kann.

Zapffehler. Unter keinen Umständen dürfen die Einschnitte zu tief geführt werden. Bei den ersten Zapfungen sind sie besser zu flach als zu tief zu machen. In der Regel hat der farbige Arbeiter das Bestreben, von Anfang an so lange tief zu schneiden, daß bereits das erstemal reichlich Latex ausfließt. Damit ist aber von vornherein die Gefahr einer Kambiumverletzung verbunden. Und diese muß unter allen Umständen vermieden werden. Abgesehen von der längeren Zeit, welche die Rinde bei Kambiumverletzungen zu ihrer Heilung braucht, vernarben derartige Stellen stets unregelmäßig und ist demgemäß das Zapfen dort schwer, wenn nicht unmöglich.

Im weiteren Verlauf des Zapfens ist darauf zu achten, daß beim einzelnen Anzapfen stets nur ein möglichst dünner Rindenstreifen weggeschnitten wird. Die praktische Erfahrung hat gezeigt, daß man mit 10 Schnitten pro Zentimeter mehr Latex erhält, als mit 5. Schneiden die Arbeiter pro 10 Zapfungen mehr als 1 cm Rinde weg, dann ist das ein Zeichen, daß sie falsch arbeiten. Die ersten Einschnitte müssen selbstverständlich breiter gemacht werden.

Bei der Messerführung haben die Leute darauf zu achten, daß der Schnitt im allgemeinen ebener und glatter ausfällt, wenn sie das Messer in möglichst langen Linien ziehen, als wenn sie es dauernd nur kleine Strecken weit stoßen.

Ist der Baum längere Zeit über gezapft, dann sieht man oft, daß die ursprünglich parallelen Schnitte gegen ihre Einmündung in den senkrechten Führungskanal zu sich stärker nach auswärts wenden. Gegen das Ende der Zapfperiode ist dann in vielen Fällen nicht mehr genügend Rinde vorhanden, um eine gesicherte Leitung des Latex in den Führungskanal zu gestatten, und muß

unter Umständen Rinde zwecklos weggeschält werden, um später eine überall gleichmäßig dicke neue Rinde zu erhalten. Auch in dieser Hinsicht muß der Arbeiter dauernd überwacht werden. Wichtig bei allen Zapfarbeiten ist es, daß die einmal in Angriff genommenen Zapfstreifen regelmäßig gezapft werden und daß man das Zapfen nur einstellt, wenn bedeutende quantitative oder qualitative Verschlechterung des Latexausflusses eintritt. Zapft man jeden zweiten Tag, so braucht nur ein dünner Rindenstreifen weggenommen zu werden, um reichlichen Latexausfluß zu erlangen. Läßt man aber ohne zwingenden Grund eine längere, monatelange Pause eintreten, so ergeben die ersten Zapfungen abermals nur wenig Latex und es wird, was hauptsächlich bei jungen Bäumen mit wenig ausgedehnter Zapffläche peinlich ist, Rinde und Arbeitskraft nicht genügend ausgenützt.

Als Tagesleistung des Arbeiters rechnet man 800 Schnitte oder die Bearbeitung von 120—150 Bäumen, je nach deren Alter (einschließlich Sammeln des Latex und der Rinde, Becherwaschen und Abtransport des Latex in die Aufbereitungszentrale).

Zugleich mit Beginn des Zapfens empfiehlt es sich, täglich genaue Aufstellungen über die Tagesergebnisse der einzelnen — etwa 10 ha umfassenden — Pflanzungsgruppen zu machen. Auf diese Weise hat man stets Überblick und kann man Unregelmäßigkeiten irgendwelcher Art leicht feststellen.

Der Pflanzer selbst muß sich bei allen seinen Überlegungen von dem Gedanken leiten lassen, daß es für die dauernde Rentabilität der Pflanzung einzig und allein darauf ankommt, die Bäume gesund und zapffähig zu erhalten, und daß der Wert der Pflanzung nicht in schnellen und großen Erträgen, wenn sie mit kranken oder schwachen Bäumen erkauft werden, besteht.

Zapfsysteme.

Jahressysteme. Sind die Bäume in zapfbares Alter gekommen, dann handelt es sich für den Pflanzer zunächst um die Frage: wie muß die Rindenoberfläche

eingeteilt werden, um stets genügend Zapffläche zur Verfügung zu haben, und wie wird diese Fläche am zweckmäßigsten bearbeitet, d. h. welche Zapfmethode ist anzuwenden.

Um systematisch arbeiten zu können, teilt man den Baum in verschiedene Zapfstreifen, welche ausschließlich in abwechselnder Reihenfolge bearbeitet werden, ein. Je nach der Zeit, welche man der durch das Zapfen weggeschnittenen Rinde zu ihrer Neubildung gibt, unterscheidet man das Drei-, Vier- oder Fünfjahrsystem.

Das Dreijahrsystem wird vielfach auf der Malaiischen Halbinsel bei günstigen äußeren Wachstumsverhältnissen angewendet. Es besteht in folgendem: Die Rindenoberfläche wird in 3 bzw. 6 gleich große Zapfstreifen eingeteilt, drei, wenn man jeden zweiten Tag, sechs, wenn man täglich zu zapfen beabsichtigt. Die einzelnen Zapflinien liegen 25—30 cm übereinander. Der Zapfstreifen erhält bei einem Stammumfang von 40 cm (1 m über dem Boden gemessen) 2, bei 45 cm 4, bei 50 cm 6 Zapflinien. Der Vorteil dieses Systems liegt darin, daß man bei jungen Bäumen die Schnitte länger machen kann als bei dem Vierjahrsystem. Nachteilig ist, daß pro Jahr eine größere Rindenfläche weggeschnitten wird, und daß sie nur verhältnismäßig kurze Zeit zu ihrem Aufbau zur Verfügung hat.

Das Vierjahrsystem. Der Baum wird in 4 bzw. 8 Zapfstreifen eingeteilt. Zu empfehlen ist bei älteren Bäumen die Anwendung des halben Grätenschnittes. Gallagher empfiehlt, junge Bäume zunächst nur in zwei Hälften einzuteilen. Im 1. Zapfjahr (ca. 5. Lebensjahr des Baumes) wird bei Bäumen mit 45—50 cm Umfang ein einziger V-Schnitt in der Höhe von 45 cm angelegt, der den Baum halb umfaßt. Es wird täglich oder zweitägig gezapft. Im 2. Zapfjahr kommt ein ebensolcher V-Schnitt auf die andere Seite des Baumes. Im 3. Zapfjahr wird, dem fortgeschrittenen Dickenwachstum des Baumes entsprechend, das Vierjahrsystem angelegt. Es treten an Stelle der bisherigen Schnitte die halben Grätenschnitte, die so hoch gelegt werden, als es der

Umfang erlaubt. Von dann ab tritt regelmäßiger Jahreswechsel der Zapfstreifen ein.

Schwierig bei diesem Wechsel ist der Übergang vom ersten System in das Vierjahrsystem. Die Anlage der ersten Schnitte auf eine größere Fläche ist aber erforderlich, da dann, wenn man den Baum von Anfang an in Viertel bzw. Achtel teilen würde, die einzelnen Schnitte zu kurz würden. Da die Rinde bei den jungen Bäumen nach oben hin zu dünn wird, und da somit nicht mehrere Schnitte übereinandergelegt werden können, so läßt sich am Anfang nur eine einzige Zapflinie festlegen, und dazu ist der V-Schnitt am geeignetsten.

Wright empfiehlt folgendes Zapfsystem, welches vielfach praktische Anwendung gefunden hat:

Der Baum wird in acht Zapfstreifen, von welchen je zwei gegenüberliegende zu je einem Zapfjahr gehören, eingeteilt. Die Schnittlinien haben 30 cm Abstand bei einem Neigungswinkel von 45°. Als Zapfsystem empfiehlt sich bei jungen Bäumen basaler V- oder Y-Schnitt, bei älteren halber Grätenschnitt. Der Baum wird abwechselnd auf jeder Seite einen über den anderen Tag gezapft. Bäume mit einem Umfang von 40—45 cm werden nur im unteren Teil gezapft. Der V-Schnitt umfaßt den halben Baum.

Hat der Baum einen Stammumfang von 45—50 cm, dann wird der Stamm in 4 (8) Zapfstreifen eingeteilt. Er wird im halben Grätenschnitt auf zwei gegenüberliegenden Vierteln mit je zwei Schnitten so gezapft, daß beide Viertel zwei Jahre ausreichen. Bei Bäumen mit einem Stammumfang von 50—60 cm wird wie oben gezapft, nur erstreckt sich die Zapffläche anstatt bis 0,80 m bis 1,20 m hoch. Ist der Stammumfang größer als 60 cm, dann wird bis 1,50 m hoch gezapft. Die Zapffläche wird von Jahr zu Jahr gewechselt.

Dieses System überanstrengt die Bäume nicht. Der Ertrag steigert sich allmählich. Die weggeschnittene Rinde hat genügend Zeit zur Erneuerung.

Zapfarten.

Anforderung an Zapfmethode. Die beste Zapfmethode ist diejenige, welche

1. den Höchstbetrag an Latex mit der geringsten Rindenentfernung und

2. ohne irgendwelche Beschädigung des Kambiums liefert,

3. welche auf möglichst kurze Zeit in möglichst wenig bemerkbarer Weise die Leitungsbahnen im Baum von oben nach unten unterbricht,

4. welche diese Unterbrechung auf einen engen Raum begrenzt,

5. welche dementsprechend den Baum nicht längere Zeit schädigt und nicht hemmend auf die Erneuerung der Rinde und der Latexzellen einwirkt.

Das Zapfen des Baumes erfolgt durch Wegschneiden der Rinde oder durch Einschneiden bzw. Einstechen in die Rinde.

Schrägschnitte. Die Wegschneidemethoden bauen sich auf Schrägschnitten auf. Die unter 35—45° in der Rinde geführten Schnitte schneiden auf kurzer Strecke eine verhältnismäßig große Anzahl Latexzellen an und gestatten durch ihren Neigungswinkel freien Abfluß des Latex. Um stets reichlichen Latexabfluß sicherzustellen, müssen die einzelnen Einschnitte ca. 30 cm übereinanderliegen, da dann jede Zapflinie genügend Rindenfläche zur Verfügung hat, aus welcher sie Latex ziehen kann. Wird ein engerer Abstand der Zapflinien gewählt, dann ist der Rindenverlust in ungünstigem Verhältnis zur Latexmenge. Eine Vergrößerung der Abstände ist unzweckmäßig, da dann auf den einzelnen Zapfstreifen zu wenig Einschnitte kämen, und da hierdurch zu wenig Latex geerntet würde. Rechnet man pro Monat 25 Zapftage, und pro Zapfung einen Rindenverlust von 1 mm, dann würde bei täglichem Zapfen der 30 cm breite Rindenabschnitt ein Jahr ausreichen.

Schnittsysteme. Man unterscheidet:

1. V- oder Y-Schnitte,
2. den Grätenschnitt,
3. den Spiralschnitt.

V- und Y-Schnitte.

Diese Schnitte bestehen aus zwei in entgegengesetzter Richtung zueinander geführten Schrägschnitten, welche sich in einem in Richtung auf den Fuß des Baumes gelegenen Punkt treffen. Beim Y-Schnitt geht von diesem Punkt aus ein kürzerer oder längerer, zur Latexführung bestimmter Längsschnitt weiter. Zapft man nach diesem System ältere Bäume, dann legt man in den Zapfstreifen bis ca. 1,8 m hoch die V-Schnitte in 30 cm Abstand. Die Schnitte sind nicht flacher als 35° zu neigen. V-Schnitte wendet man häufig bei den ersten Anzapfungen junger Bäume an, da sie beliebig tief zu legen sind und dadurch das Zapfen einer beschränkten Rindenoberfläche in der Nähe des Baumfußes, wo reichlicher Latex vorhanden ist, gestatten. Die Vorteile sind:

1. Man hat einen gemeinsamen Sammelpunkt für den Latex aus zwei Schnitten.

2. Das V-System läßt sich leicht zum Grätensystem umwandeln, wenn der Baum älter wird.

3. Es gestattet leichtes und doch ergiebiges Zapfen namentlich bei jungen Bäumen. Allerdings ist auch mit diesem System, wie mit jedem anderen, Gefahr für die Lebensfähigkeit eines jungen Baumes vorhanden.

4. Das System hat sich beim Zapfen junger Bäume bereits bewährt.

5. Man erhält verhältnismäßig wenig Scrap.

Die Nachteile sind:

1. Die am Ende zwischen den einzelnen Schnitten liegende Rinde trocknet leicht aus und geht somit für das Zapfen verloren.

2. Die Rindenausnutzung ist nicht vollständig, da beide Schnitte in einem verhältnismäßig kleinen Rindenraum mit beschränkter Anzahl Latexzellen liegen.

3. Da jeder Schnitt einen besonderen Latexsammelbecher verlangt, so sind viele Sammelbecher erforderlich.

Das Grätensystem.

Das Grätensystem besteht aus parallel zueinandergelegten Schrägschnitten mit 30 cm Abstand. Die einzelnen Schnitte enden in einem senkrechten, gemeinsamen Leitungskanal für den Latex sämtlicher Schnitte. Je nachdem man die Schrägschnitte auf beiden Seiten oder nur auf einer Seite oder anbringt, erhält man den ganzen oder halben Grätenschnitt. Der Leitungskanal ist so tief und breit zu machen, daß er den Latex sämtlicher Schnitte zu dem am Boden befindlichen einzigen Sammelbecher führen kann. Damit ist ein unnützer Rindenverlust verbunden. Um ihn zu vermeiden, hat man in einzelnen Fällen mit Erfolg einen künstlichen Leitungskanal aus Lehm auf die Rinde aufgeklebt. Bei der Wiederholung der Anzapfungen wird stets die untere Seite jedes einzelnen Querschnitts von neuem gezapft. In der Regel wird ein neues Grätensystem erst dann angelegt, wenn der zwischen den einzelnen Parallelschnitten liegende Rindenstreifen durch Zapfen entfernt ist.

Das Grätensystem ist auf den meisten Pflanzungen eingeführt. Seine Vorteile sind:

1. Die Erträge des Baumes stehen in richtigem Verhältnis zum Rindenverlust.
2. Pro Rindenflächeneinheit erhält man den höchsten Latexertrag durch das halbe Grätensystem.
3. Das Latexsammeln ist einfach, da pro Baum nur ein Becher benötigt wird.
4. Der Baum wird trotz reichlicher Erträge nicht zu sehr angestrengt.

Der Nachteil ist, daß durch den Leitungskanal Rinde zwecklos verloren geht.

Spiralschnitt.

Dieses System besteht aus einer Reihe von Parallelschrägschnitten, welche rund um den Stamm verlaufen, und am Fuß des Baumes oder an irgendeinem Rindenpunkt endigen. Die vom Dickenwachstum des Baumes abhängigen einzelnen Schnittkurven haben 30—45 cm Abstand. Je nachdem die Schnitte ununterbrochen nur



Halber Grätenschnitt mit vernarbtei Rinde der vorhergehenden Zapfperiode.

auf einer oder auf beiden Hälften des Baumes verlaufen, unterscheidet man halbe und ganze Spiralschnitte.

Die Vorteile sind:

1. Man erhält eine große Menge Latex von jeder einzelnen Anzapfung, aber nur auf Kosten eines großen Rindenverlustes.

2. Der Spiralschnitt eignet sich gut zum Totzapfen zu dicht gepflanzter Bestände.

3. Bei Anwendung des Systems an älteren Bäumen muß mit so großen Zwischenpausen gezapft werden, daß 2½ cm Rinde in frühestens drei Monaten entfernt werden kann, wenn man die Lebensfähigkeit des Baumes durch zu schnelles Wegschneiden der gesamten Rinde nicht gefährden will.

Die Nachteile sind:

1. Der Baum wird äußerst stark geschädigt.

2. Es ist ausgeschlossen, dieses System anzuwenden, wenn man jahrelang mit Erfolg dieselben Bäume zapfen will.

Einschnittmethode.

Wie man ohne weiteres zugeben wird, erfüllt trotz der besten Zapfinstrumente keine der bis jetzt im Gebrauch befindlichen Zapfmethoden sämtliche Anforderungen. Überall tritt durch das Wegschneiden des Baststreifens eine zwar örtlich begrenzte, aber doch direkte Unterbrechung aller Leitungskanäle in der gezapften Fläche ein. Außerdem wird bei jedem System in allen Fällen ein, wenn auch noch so geringer Teil der Rinde weggeschnitten, und entfernt man bei der schnellen Aufeinanderfolge der einzelnen Zapfungen unweigerlich im Laufe der Zeit immer mehr Rinde. Es liegt daher nahe, daß man sich nach anderen Zapfmethoden umsieht, welche einen Ausfluß der Latexkanäle ermöglichen, ohne Rinde zu entfernen, also durch bloße Einschnitte.

Die Einschnittmethode hat folgende Vorteile:

1. Der Baum behält seine Rinde. Dementsprechend können die Latexzellen sich, da die natürlichen Voraussetzungen dazu vorhanden sind, schneller und leichter



Halber Grätenschnitt mit vernarbter Rinde den vorhergehenden Zapfperiode.

wieder füllen und es tritt keine Unterbrechung in der Bildung neuer Latexzellen ein, und ist demgemäß der Ertrag des Baumes größer.

2. Die Arbeitsmethode ist leicht und einfach.

3. Die Erträge treten frühzeitiger ein, da man die Einschnitte schon an jüngeren Bäumen ohne Schädigung derselben machen kann.

4. Die Lebensfähigkeit und Lebenskraft des Baumes bleibt nahezu ungeschwächt erhalten, da nur wenige Zellen durch das Einschneiden zerstört werden, und da die Wunden sich schnell vernarben.

5. Die Zapfkosten verringern sich, da der Arbeiter mehr Bäume in gleicher Zeit zapfen, und da der Pflanzer deshalb sein Arbeitspersonal verringern kann.

6. Da keine offene Wunden vorhanden sind, können Schädlinge nur schwer in den Baum eindringen.

7. Derselbe Einschnitt bringt, nach Angaben von Norzagaray, stets dieselbe Qualität und Quantität Latex hervor, unabhängig von Schnittrichtung und Lage (ob in Sonne oder Schatten).

8. Auch bei der Einschnittsmethode tritt eine Reizung der Latexzellen und damit nach einer gewissen Wiederholung vermehrter Ausfluß ein.

9. 300 nur 2,5 cm lange Einschnitte lieferten, nach Norzagaray, pro Jahr in 150 Arbeitstagen pro Baum 5—12 Pfd. trockenen Kautschuk. (Alter der Bäume?)

Die Nachteile des Verfahrens sind:

1. Man hat noch keine Instrumente, welche die Einschnitte so öffnen, daß der Latex stets ungehindert ausfließen kann.

2. Die Einschnittwunde schließt sich zu schnell, und ergießt sich ein Teil des Latex zwischen Kambium und Bastschicht und bildet dort Klumpen.

3. Die Erfolge, welche die brasilianischen Zapfer mit ihrer rohen Einschnittmethode erzielen, sind zwar gut, aber der Baum wird bei ihrem System zu sehr geschädigt.

Südamerikanische Einschneidmethode. Die südamerikanischen Zapfer verwenden eine kleine Axt, deren Schneide 3—4 cm groß ist. Sie machen die Einschnitte in der Art, daß sie die Klinge unter 45° zur

senkrechten führen und durch eine entsprechende Handbewegung gleichzeitig vermeiden, daß das Eisen in das Kambium eindringt. Durch den Schlag springt ein Stück Rinde weg. Am tiefsten Punkt der Verletzung wird ein kleiner Sammelbecher befestigt.

4. Der Hauptnachteil dieses Einschnittverfahrens ist, daß man hinsichtlich der möglichen und nötigen Tiefe des Schnittes völlig auf das Gefühl angewiesen ist, und daß man somit nie definitiv, wie beim Wegschneiden der Rinde, entscheiden kann, wie tief der Schnitt liegt, und ob eine Verletzung des Kambiums eingetreten ist oder nicht.

5. Nach mikroskopischen Feststellungen von Fitting bilden sich an den Einschnittstellen Steinzellen und ordnen sich in der Narbe die Latexzellen unregelmäßig an.

6. Kambiumverletzungen treten erst nach 6 Monaten zutage, und wird dann die Rinde hart, warzig und uneben.

Da man die Überlegenheit des Einschnittverfahrens über das Wegschneideverfahren erkannt hat, so hat man in vielen Fällen die verschiedenartigsten Versuche angestellt, ohne bis jetzt zu einer definitiven Arbeitsweise gekommen zu sein. Die Hauptschuld liegt an dem Mangel eines Instrumentes, welches an Stelle der mit den jetzigen Einschnittinstrumenten zu machenden kurzen tiefen Schnitte, lediglich Punkte in die Rinde macht.

Kombinationsverfahren. Auf einigen Pflanzungen in Ceylon arbeitet man in folgendem Kombinationsverfahren: Man zapft durch Wegschneiden der Rinde und schneidet mit einem Einschneidinstrument nach, sobald der durch das Wegschneiden eingetretene Latexausfluß aufhört. Oder: man entfernt nachmittags, wenn der Scrap gesammelt wird, mit einem Messer die äußere Rindenborke und rückt somit den Bast näher an die Oberfläche. Am folgenden Morgen wird dann in die bloßgelegte Rinde der Einschnitt gemacht, ohne daß Rinde weggeschnitten wird. Die erzielten Resultate sind gut.

Auf jeden Fall bietet sich hier noch ein weites Feld für weitere Forschungen, und lohnt es sich auf jeder einzelnen Pflanzung, praktische Versuche in dieser Hinsicht in eigenstem Interesse des Pflanzers anzustellen.

Im folgenden gebe ich eine Wright entnommene

Übersicht über

Namen der Pflanzung	Zapfsystem für Bäume 3—5 jähr.	Zapfsystem für Bäume ältere	Abstand zwischen Zapflinien	Wiederholung der Zapfung
Batu Caves	Bas. Y [1]	G. Gr. Schn. [2]	30 cm	2 tägig
Glenschiel	Bas. V Halbe Spir.	—	42 cm	täglich
Seafield	G. Gr. Sch.	G. Gr. Schn.	30 cm	2 tägig
Bukil Rajah	—	H. Gr. Schn. [3]	30—45 cm	2 tägig
Chersonese	Bas. Y	H. Gr. Schn.	30—37 cm	täglich
Jeram	H. Gr. Schn.	—	45 cm	2 tägig
Labu	1—2 Schrägschnitte auf 2 Seiten	H. Gr. Schn. 2—3 Schn.	45 cm	2 tägig
Banteng	1—2 V	V Schnitte	37 cm	2 tägig
Sungei Krian	Bas. Y	H. Gr. Schn.	37 cm	täglich
Babak Rabit	Bas. Y	—	—	täglich
Rubana	Bas. Y	—	—	täglich
Rubana	Bas. Y	—	—	täglich
Bagan Serai	Bas. Y 2 Schn. entgg. Seite	H. Gr. Schn. 2 Schn.	37—45 cm	täglich
Batu Tiga	H. Gr. Schn. 3 Schn. entgg. Seite	H. Gr. Schn. entgg. Seite	37 cm 45 cm bei jungen	2 tägig
Klanang	Bas. Y oder G. Gr. Schn. m. 2—3 Sch.	H. Gr. Schn.	Y u. G. Gr. Schn. 45; h. Gr. Schn. 30	2 tägig
Sempah	Bas. Y	H. Gr. Schn.	37 cm	täglich
Batu Unjor	Halbe Spir.	H. Gr. Schn. entgg. Seite und V entgg. Seite	H. Spir. 35 cm H. G. Sch. 45 cm	Junge Bäume u. h. Gr. Schn. 2 tägig V 2 tägig u. täglich
High & Lowland	G. Gr. Schn. entgg. Seite u. h. Spir.	H. Gr. Schn.	Junge 35 cm Alte 45 cm	2 tägig

[1] Bas. Y Schnitte
[2] Ganz. Gerätensch.
[3] Halb. „

Zapfarten usw.:

Anzahl der Schnitte pro 2,5 cm		Zapfmesser	Alter der Bäume Jahre	Jahresertrag pro Baum g	Durchschnittswert aus Bäumen
1. Schnitt	Zapfschn.				
15	15—18	Hufmesser	3½—5	800	56.258
			5—7	1.833	15.462
			7—10	2.747	3.131
—	20—30	Hufmesser	5	752	3.953
			4—9	332	64.000
15—18	15—18	5/16" Hohlmeiß.	4	352	7.240
			4—5	611	70.790
—	—	—	4—9	634	88.341
			5—8	450	34.457
			5—9	611	88.341
—	16—22	Jebong	4—7	540	24.000
15	20—25	Meißel 1/4"	4—5	385	15.973
20—25	25	Hufmesser	5—10	597	23.000
			7—10	1104	8.000
12	20	Jebong	5	564	5.463
			4—6	916	16.300
35	42	Hufmesser	3—5	564	7.170
			4—6	870	4.700
20—22	26—28	Jebong	4	235	23.400
20	30		4—5	423	23.000
26	30	Hufmesser	5—6	456	69.000
—	20—30	Pull & push	3—4	300	8.536
	20	Jebong	8—12	230 lb. per acre	84.000
12—16	20—25	Hufmesser	4—5	200	12.500
			4—5	564	22.500
			5—5½	705	9.564
			6	385	16 000
			7	446	16.000
18—24	20—30	Jebong	5—6	305	6.367
Junge	Junge	Meißel	4—5	695	22.472
25—30	28—33		5—6	450	39.874
Alte	Alte		7—8	1151	36.312
18—25	21—28		9	1950	43.130
			11—12	3172	940
Junge 30	Junge 35—40	Meißel	5—6	376—600	?
Alte 18—20	Alte 20—25		9	3290	807

Erträge.

Folgende Zusammenstellung gibt einen allgemeinen Überblick über die Erträge der Hevea in verschiedenem Alter und zeigt ihr von äußeren Umständen (siehe unten) hervorgerufenes Schwanken.

Alter: Jahre	Erhaltene Menge trockenen Kautschuk pro Baum in				
	Ceylon	Malaiische Halbins.	Java g	Sumatra g	Borneo g
2¾	—	446 g in 2 Mon. von 2875 Bäumen	—	—	—
3-5	—	—	480	330, 400	—
3-4	—	240-550	—	—	—
4	235, 300	446, 235, 332, 293	376, 235	—	—
4-5	285	510, 400-600	—	164	400
4-6	180-300	—	—	440, 423	658
5	376, 376, 400	564, 752, 800	423	—	—
5-6	—	180, 450, 560-840	—	258, 423, 480	846
5-7	280-400	—	—	810, 1010	—
6	352, 824, 470, 940	385, 358, 752	650	—	—
6-7	350-750	750-1150, 752, 1140, 340	—	916, 810, 916	—
7	446	446, 1363, 2162, 1151, 945	—	235	—
7-8	—	1150-1600, 540, 945, 1151	—	—	—
7-9	470-820				
8	340, 705, 542	2885, 1645, 550	800	1625	728
8-9	470	1450-1950, 1175	—	1480	—
9	822	728, 3290, 2091, 1833	—	—	—
9-11	700-1410	1850-2110	—	—	1400
10	705	1750, 4380, 3887, 1420, 1363	—	—	—
10-11		2200-2500			
11-12		2700-3200			

Folgende Zusammenstellung gibt außer dem Jahresertrag pro Baum die Länge der Zeit an, in welcher pro Jahr auf einigen Pflanzungen unter Berücksichtigung der Lebensfähigkeit des Baumes gezapft wurde.

Alter	Zapfzeit (Monate)	Jahresertrag pro Baum g	Land
2¾	2	141	Malaiische Halbinsel
3½	8	597	
3½–4½	12	470	
3½	8–9	350, 584, 752	
3¾	9	470	
3½–5	8–12	800	
3–5	11	564	
4	6	235	
4	4	332	
4¾	2	800	
4¾	6	500	
4–5	9	277	
4–5	5	200	
5	8	564	
5¾	2	127	
5¾	6	450	
5¾	2, 4, 6,	125, 235, 470	
5½	39 mal	180	
5–6	leicht gezapft	450	
5–6	11	840	
6–7	11	1762, 1668, 1363	
6–7	8	1363	
7½	71 mal	540	
8½	90 mal	1175	
10–12	12	3760	
11–12	9	3170–5050	
12	12	5000	
12	14 mal in 2 Monaten	2000	
12	12	5000	
4–9	11	500	Ceylon
5	9	400	
5–7	8	205	
5–8	11	164	
7	9	446	
7	1 Monat	160	
9	8	705	
11	7	1410	
10–15	7	1500	
11	12	5½ Pfd.	
15	9	1715	
28	17 mal	1400	
—	21 mal	2550	
4–6	6–8	440	Sumatra
4–7	6–8	258	
11	6	1250	Neu-Guinea
10	90 mal gezapft	1000	
7	1	279	

Einflüsse auf Erträge. Aus obigen Zusammenstellungen ergibt sich ohne weitere Erläuterung, wie verschiedenartig und mit welchem wechselnden Erfolg die Bäume in den einzelnen Pflanzungen behandelt wurden. Aus ihnen direkte Schlüsse auf die Ertragsfähigkeit der Hevea an einem dritten Ort machen zu wollen, wäre falsch. Man kann nur ersehen, was der Baum unter bestimmten lokalen Voraussetzungen zu geben vermag. Die großen Schwankungen in den Erträgen gleich alter Bäume verschiedener Pflanzungen rühren her:

1. von klimatischen Einflüssen (Regenmenge, Luft- und Bodenfeuchtigkeit, Höhenlage, Temperatur) und von den verschiedenen Bodenarten (chemische, mechanische Zusammensetzung, Grundwasserstand, Drainage usw.) und dem sich daraus ergebenden allgemeinen Wachstum;
2. vom individuellen Wachstum des Baumes (Dickenwachstum, allgemeine Entwicklung, Fähigkeit schnell oder langsam zu vernarben, Belaubung, Förderung durch Düngung);
3. vom Einfluß der Pflanzweite, vom Vorhandensein oder Fehlen von Zwischenkulturen;
4. vom Zapfsystem, der Anzahl einzelner Zapfungen und Zapfperioden und vom Alter und der Dicke der Rinde.

Für den Pflanzer kommt es darauf an, sich zum Vorausbestimmen der Erträge, die er aus seiner neugeschaffenen Pflanzung ziehen kann, lediglich an diejenigen Ergebnisse zu halten, welche auf benachbarten Pflanzungen, welche möglichst dieselben klimatischen und Bodenverhältnisse haben, bereits praktisch erzielt sind. Bei der weiten Verbreitung der Heveakultur existiert für Hevea kein Neuland, das ohne irgendwelche Erfahrungen über ihre Kultur wäre. Bei allen Berechnungen in dieser Hinsicht sind Mindestertragswerte anzunehmen, um vor Enttäuschungen gesichert zu sein.

IV. Hauptteil.

Aufbereitung der Erträge.

Sammeln des Latex.

Von der Größe der Entfernung zwischen Zapfstelle und Sammelpunkt und vom Wassergehalt des Latex

hängt die Menge Latex ab, welche schließlich in den Sammelbecher gelangt. Da der am Baum, in den Schnittflächen und an der Rinde koagulierte Kautschuk zwar auch noch guten, aber infolge der Verunreinigungen etwas geringeren Handelswert hat, als der aus dem Latex erzielte, so muß es das Bestreben des Pflanzers sein, den unwillkürlich eintretenden Prozentsatz an „Scrap" soweit als möglich herabzudrücken. Im Durchschnitt erhält man vom ausgetretenen der Latexmenge 70 bis 85 % Kautschuk und 15—30 % Scrap.

Wünschenswert wäre also, um die Scrapmenge herabzusetzen, eine Latexsammelstelle unmittelbar am untersten Ende jedes Schnittes. Da ein solches Verfahren aber eine große Anzahl Becher erfordern und nur umständliches, langsames Arbeiten gestatten würde, hat man sich auf den meisten Pflanzungen, wo das Grätensystem oder der Spiralschnitt angewendet wird, zur Aufstellung eines einzigen Sammelbechers pro Baum entschlossen.

Flüssigkeit des Latex. Der Latex wird entsprechend dem in ihm enthaltenen Wassergehalt und je nach der dadurch bedingten größeren oder kleineren Konsistenz früher oder später dickflüssig und gelangt dementsprechend in größeren oder kleineren Mengen in den Sammelbecher. Um ein schnelles Abfließen des Latex sicherzustellen, kann man die Schnittfläche und den Leitungskanal durch künstliche Wasserzufuhr bespülen, indem man am oberen Ende des einzelnen Schnittes oder des Leitungskanals einen Tropfbecher anbringt, welcher einen regulierbaren, geringen Wasserstrom in den betreffenden Flächen entlanglaufen läßt. Die einfachste Konstruktion eines solchen Tropfenbechers ist die: man bohrt einen Sammelbecher an und steckt in Dochtform in ihn ein Bündel Kokosnußfasern, deren Enden im Leitungskanal aufliegen. Unmittelbar nach dem Einschneiden wird der Becher mit Wasser gefüllt, das dann allmählich austritt und den Latex schneller und in größerer Menge in den Sammelbecher bringt. Kompliziertere Systeme von Tropfbechern haben ein Schraubensystem, mit welchem man den Ausfluß genau regeln kann.

Um beim Grätenschnitt einen leichten Latexabfluß aus dem Führungskanal in den Sammelbecher sicher zu stellen, befestigt man am unteren Kanalende ein 7—10 cm langes, rinnenförmig gebogenes Aluminiumblech, unter welches der Sammelbecher gestellt wird.

Sammelbecher. An Stelle der ursprünglich gebrauchten Sammelgefäße aus Kokosnußschalen traten Becher aus galvanisiertem Eisenblech. Da aber durch chemische Reaktionen zwischen den im Latex enthaltenen Säuren und dem Eisenblech in vielen Fällen eine Verfärbung des Latex und damit unter Umständen ein, wenn auch noch so geringes Herabsinken des Kautschukpreises eintrat, so ersetzt man in neuerer Zeit diese Eisenblechbecher durch Emaillebecher oder durch Glasbecher.

Um ein Anheften des Latex im Sammelbecher zu vermeiden, wird in allen Fällen vor dem Zapfen etwas Wasser in die Becher gegossen. Zur Erzielung eines reinen Produktes ist es außerdem erforderlich, daß die Sammelbecher stets peinlich sauber gehalten werden.

Man rechnet pro zapfreifen Baum einen Becher, welcher entweder auf einen Stock neben dem Baum oder auf irgendeinen Vorsprung am Baum gestülpt wird. Um Verschleppung von Bechern zu vermeiden, kann man, und dies ist bei Glasbechern sehr leicht, den Namen der Pflanzung auf ihnen anbringen lassen.

Einsammeln des Latex. Der Inhalt der einzelnen Sammelbecher wird nach dem völligen Aufhören des Latexausflusses, das spätestens 20—30 Minuten nach dem Zapfen eintritt, in einen emaillierten Sammeleimer mit fest verschließbarem Deckel gegossen. In diesen Eimer ist ein engmaschiges Sieb eingesetzt, durch welches der Latex laufen muß, damit alle in ihm befindlichen Fremdkörper von Anfang an ausgeschieden werden. Da die Siebe sich leicht verstopfen, so sind sie nach jedesmaligem Gebrauch gründlich zu reinigen. Der gezapfte Latex wird in diesen Eimern oder bei großen Mengen in Sammelwagen in die Aufbereitungszentrale, welche mög-

lichst in der Mitte der Pflanzung gelegen ist, gebracht, um dort zu koagulieren.

Aufspeichern von Latex. Sollte die Tagesmenge nicht groß genug sein, um eine Aufbereitung zu verlohnen, so kann man den Latex in flüssigem Zustand erhalten, indem man Formalin oder Ammoniak in kleinen Mengen zusetzt. Ist genügend Latex vorhanden, dann wird er aufbereitet. Es ist noch nicht entschieden, ob Formalin nicht einen ungünstigen Einfluß auf das Endprodukt hat. Bei Ammoniak ist dies nicht der Fall und kann es ohne schädliche Nebenwirkung als verzögerndes Mittel verwendet werden. Zugesetztes Ammoniak verflüchtigt sich bald und ist deshalb der Behälter, in welchem der Latex gesammelt wird, zu bedecken.

Koagulation des Latex.

Im Latex ist, wie schon bei anderer Gelegenheit oben gezeigt wurde, enthalten:

Analyse von	Seeligmann	Scott	Bamber	
	%	%	%	%
Wasser	55—56	52,32	55,15	55,50
Kautschuk	32	37,13	41,29	32,00
Eiweiß	2,3	2,71	2,18	2,03
Harze	Spuren	3,44	—	2,03
Asche	—	0,23	0,41	—
Zucker	—	4,17	0,36	—

Überläßt man den Latex sich selbst, dann tritt in ihm ein Klärungsprozeß ein, in welchem sich die im Latex schwimmenden Kautschukkügelchen, vermischt mit anderen Substanzen, die spezifisch leichter sind als das Wasser, voneinander absondern, und auf dem Latexwasser schwimmen. Die Koagulation des Latex, durch welche das Endprodukt, der Kautschuk, gewonnen wird, gründet sich auf die durch Bakterien hervorgerufene Bildung von Säure aus dem Eiweiß und Kohlehydrat des Latex. Sie tritt ein, sobald als der Latex neutral oder schwach säuerlich wird, ohne Rücksicht auf die im Latex vorhandene Menge von Kügelchen von Kautschuk oder anderen Bestandteilen.

Natürliche Koagulation.

Die einfachste und natürlichste Koagulationsmethode erfolgt durch Ruhe. Der Erfolg ist unter allen Umständen sicher. Es ist seit langem bekannt, daß Luft und Wärme die einzigen normalen, von außen her ohne weiteres einwirkenden Koagulationsfaktoren sind und daß die Zuführung eines künstlichen Faktors in vielen Fällen die Elastizität und Dehnbarkeit des Produktes beeinflussen kann. In der Praxis ist es in den Urwäldern Brasiliens unmöglich, den Latex natürlich koagulieren zu lassen. Man mußte dort künstliche Koagulationsmittel finden: das Räuchern und Zusatz von Säuren.

Die natürliche Koagulation des Latex geht auf folgende Weise vor sich. Der in den Aufbereitungsraum gebrachte Latex wird, um jede Verunreinigung auszuschließen, unter stetem Umrühren nochmals durch ein feines Sieb gegossen, und in sorgfältig gereinigte Emaillebehälter (etwa 30×20×5 cm) gegossen, bis er etwa 3 cm hoch in dieser Form steht. Die Behälter werden leicht so bedeckt, daß irgendeine Beschmutzung ausgeschlossen ist, daß aber trotzdem noch eine Verdünstung des im Latex enthaltenen Wassers eintreten kann. Man überläßt den Latex jetzt sich selbst. In dem dunklen, gut gelüfteten Raum tritt innerhalb 6—24 Stunden eine vollständige Koagulation des Latex ein. Der am Mittag zur Aufbereitung eingelieferte Latex ist in der Regel am folgenden Morgen völlig koaguliert. In diesem Zustand der ersten Koagulation bildet der Kautschuk eine weiße, schwammige Masse, welche aussieht wie Dickmilch und fast ebenso leicht zerreißt wie diese. Die ersten Spuren von Elastizität sind aber trotzdem schon in der Masse vorhanden. Man löst diese Kautschukkuchen von den Rändern der Behälter, an welchen sie verhältnismäßig fest hängen, mit einem Messer los. Dann hebt man sie durch Unterschieben der Hand und des Unterarmes so sorgfältig wie möglich aus den Behältern, um ihre weitere Bearbeitung (siehe unten) vorzunehmen. In den Formen bleibt das im Latex enthalten gewesene Wasser zurück. In der Regel ist es farblos, manchmal hat es einen opalisierenden Schimmer. In ihm ist stets

noch ein geringer Prozentsatz Kautschuk enthalten, der sich durch Zugabe von Essigsäure ausscheiden läßt.

Die Vorteile des natürlichen Koagulationsverfahrens sind:

1. einfaches, billiges Arbeiten;
2. reines, durch keine fremden Substanzen vermischtes Endprodukt, das sich leicht verarbeiten läßt;
3. Erhaltung der natürlichen Elastizität und Dehnbarkeit.

Die Nachteile sind:

1. langsame, in unbestimmte Zeit eintretende Koagulation und dementsprechend langsame Aufbereitungsmethode, die nur bei kleinen Latexmengen verwendbar ist;
2. nicht vollständige Ausnützung der ganzen im Latex vorhandenen Kautschukmenge durch einmalige Klärung;
3. durch das im Kautschuk und im Latex enthaltene Eiweiß kann leicht ein Fäulnisprozeß eintreten, wenn die ganze Masse nicht völlig getrocknet ist.

Sind große Mengen Latex vorhanden, oder hat der Pflanzer, um einen möglichst langen Latexausfluß aus den Schnittwunden zu erhalten, dem Wasser im Tropfbecher einige Tropfen Ammoniak oder Formalin zugesetzt, und ist dadurch die Koagulationsfähigkeit des gezapften Latex verzögert worden, dann muß eine Beschleunigung der Koagulation auf künstlichem Wege herbeigeführt werden.

Eine schnelle völlige Ausnutzung des Latex und eine schnelle Koagulation läßt sich herbeiführen durch chemische Reagenzien, durch Anwendung von Zentrifugalmaschinen und durch Räuchern des Latex.

Beschleunigung der Koagulation.

Durch das Zusetzen von Säuren wird die Koagulationsfähigkeit des Latex befördert. Die Koagulation durch chemische Reagenzien bezweckt schnelles Gewinnen des Latex unter vollständiger Extraktion der Kautschukkügelchen aus dem Latex, ohne Schädigung des Endproduktes. Die Reaktion des Latex auf Säuren

gründet sich auf die Tatsache, daß Latex in frischem Zustand gewöhnlich leicht alkalisch oder neutral reagiert, und daß die bei der Koagulation eine maßgebende Rolle spielenden Eiweißsubstanzen in einer schwachen säuerlichen Lösung unlöslich, in alkalischer oder stark säuerlicher Lösung aber löslich sind. In neutraler Lösung ist Eiweiß unlöslich. Bringt man eine geringe Menge Säure in den Latex, um ihn zu neutralisieren oder säuerlich zu machen, dann bringt man ihn zur schnelleren Koagulation. Gibt man zuviel Säure zu, dann wird das Eiweiß und seine Derivate teilweise wieder gelöst und bleibt in der Lösung.

Nachteile der Chemikalien. Im allgemeinen nimmt man nur ungern und nur, weil man durch das langsame natürliche Koagulieren dazu gezwungen wird, Zuflucht zu der chemischen Koagulation. Zwar wird die Haltbarkeit und Widerstandsfähigkeit des Kautschuks gegen Feuchtigkeit durch Zugabe von Chemikalien, welche der Fäulnisbildung des Eiweißes entgegenarbeiten (wie Formalin, Kreosol u. s. w.) verbessert, aber es bleibt trotz noch so gründlichem Waschen und Pressen ein Teil der angewendeten Säure im Kautschuk und wird dadurch die Kautschukaufbereitung in der Fabrik in Europa in vielen Fällen erschwert. Bei starker Durchsetzung des Latex mit fremden chemikalischen Ingredienzien entstehen Blasen und Hohlräume im Kautschuk und ist dadurch das aufgearbeitete Produkt minderwertig.

Koagulation durch Pflanzensäfte. Eine schnelle Koagulation ohne Schädigung des Endproduktes läßt sich durch Zugabe von Pflanzensäften in den Latex erzielen. In Ceylon hatte man in dieser Hinsicht nennenswerte Erfolge durch Zusatz von wässrigen filtrierten Lösungen von Zitronen (10 Zitronen auf 1 Liter Wasser) und Tamarindensaft (zwei handvoll Früchte auf 1 Liter Wasser). Derartige Reagenzien werden vielfach angewendet und geht die allgemeine Ansicht dahin, daß dadurch der Nerv des Kautschuks verbessert würde.

Säurezusatz. Eine ähnliche Wirkung wird durch verschiedene andere Säuren erzielt. Die weiteste Verbreitung für diesen Zweck hat die Essigsäure gefunden.

Sie ist billig, leicht zu besorgen, nicht giftig, und hat anscheinend keine ungünstigen Nebenwirkungen. Außer ihr ist noch in Verwendung: Ameisensäure, Gerbsäure, Karbolsäure und Schwefelsäure.

Säuremenge. Je nach dem Prozentgehalt des zu koagulierenden Latex an Eiweiß, Ammoniak oder Formalin ist die zuzusetzende Säuremenge verschieden groß. In allen Fällen darf man nie mehr Säure zugeben, als zur Reaktion erforderlich ist. Nach Weber reichen bei 1,5% Albumin 15 g Essigsäure für 5 Liter Latex zur schnellen und vollständigen Koagulation. Nach Parkin ist der Prozentsatz nötiger Säure proportional dem ursprünglichen Volumen Latex, und ist er unabhängig von einer etwaigen Verdünnung des Latex mit Wasser. Die Zugabe einer stets gleichen Säuremenge zum gleichen Volumen Latex bei jeder Gelegenheit kann nicht empfohlen werden, da die chemische Zusammensetzung des Latex steten Schwankungen unterworfen ist. Es ist besser, in jedem einzelnen Fall festzustellen, wieviel Säure hinzuzugeben ist, um den Latex zu neutralisieren oder schwach säuerlich zu machen. Nach Wright geht man hierzu in folgender Weise vor: der Latex der einzelnen Eimer wird in einen Behälter, dessen Rauminhalt bekannt ist, gegossen. Nach starkem Umrühren nimmt man einen kleinen Teil der Mischung heraus, und bestimmt sein Volumen. Dann fügt man Essigsäure von stets gleicher Konzentration tropfenweise aus einem graduiertem Tropfglas hinzu. Zum Feststellen des Säuregehaltes des Latex verwendet man Lackmuspapier. Es ist genügend Säure zugeführt, wenn blaues Lackmuspapier schwach rot wird und rotes Lackmuspapier sich in der Lösung nicht verfärbt. Man stellt fest, wieviel Essigsäure man zu diesem Zweck verbraucht hat und kann dann leicht die zur Koagulation der übrigen Latexmenge erforderliche Säuremenge berechnen.

Koagulation in Zentrifugalmaschinen.

Eine weitere, schnelle Koagulation des Latex ist möglich durch Eingießen des Latex in Zentrifugal-

maschinen. Es gibt deren mehrere: die Zentrifugalmaschine von Biffens oder Smiths, die Michie Golledye-Maschine, den K. L. Coagulator und andere. Alle gehen von dem Prinzip aus, durch Zentrifugalkraft den Latex in seine beiden Hauptbestandteile: Wasser und Kautschuk, zu zerlegen. Das Wasser setzt sich an die äußere Wand der Trommel, der Kautschuk bildet, da er spezifisch leichter ist als Wasser, zunächst eine Schicht über dem Wasser. Durch zugesetzte Säure koaguliert diese schnell hervorgerufene Kautschukschicht sehr bald. Zur leichteren Zerlegung des Latex verdünnt man in vielen Fällen den Latex vor dem Eingießen bis zu 400 % mit Wasser. Die Zentrifugalmaschinen gestatten ein schnelles Arbeiten, der in der Maschine befindliche Latex ist in ca. 10 Min. koaguliert. Da aber auch bei ihnen zur Erreichung baldiger Koagulation Säuren angewendet werden müssen, so ist ihr Wert etwas problematisch.

Koagulation durch Räuchern.

Trotz der sorgfältigsten Aufbereitung des Latex durch natürliche oder chemische Koagulation ist es bis jetzt bei Anwendung dieser Methoden nicht in allen Fällen gelungen, einen Kautschuk herzustellen, welcher stets die Elastizität und Widerstandsfähigkeit des Para fine besitzt. Unter den Gründen, die man zur Erklärung dieser auffälligen Erscheinung geltend machte, wurde, außer dem jüngeren Alter der asiatischen Heveabäume, auch die wahrscheinlich bessere Aufbereitung des brasilianischen Rohgummis, d. h. der günstige Einfluß des Räucherns auf die Qualität genannt.

Da es im Interesse des Pflanzers liegen muß, ein Produkt herzustellen, welches an Qualität das bestmöglichste ist, und da durch die gegenwärtige Marktlage bewiesen wird, daß geräucherter Kautschuk höher bewertet und besser bezahlt wird als ungeräucherter, so läßt es sich erklären, daß gegenwärtig eine große Strömung vorhanden ist, nur geräucherten Kautschuk auf den Markt zu bringen.

In jeder Hinsicht die beste Aufbereitungsmethode für den Latex ist somit das Räuchern. Diese Methode



Räuchern des Kautschuks. — Brasilien.

wird auf allen modernen Pflanzungen in Ostasien in stets größerem Umfang angewendet. Beim Räucherverfahren kann man in zweierlei Weise vorgehen:

1. man koaguliert den Latex durch Räuchern (brasilianische Methode), oder

2. man räuchert den auf andere Weise koagulierten Kautschuk.

Die Vorteile des Räucherverfahrens bestehen in folgendem:

1. Der Latex und die in ihm enthaltenen leicht zersetzlichen Bestandteile werden mit den im Rauch enthaltenen feinen und feinsten Teilchen antiseptischer und konservierender Substanzen völlig durchsetzt.

2. Durch die im Rauch vorhandene Essigsäure wird eine schnelle Koagulation, und durch die Wärme eine schnelle Verdunstung des im Latex enthaltenen Wassers erzielt.

3. Durch den Räucherprozeß ist der Kautschuk widerstandsfähiger gegen innere Zersetzung und Degeneration. Eine Schimmelbildung im Innern ist nahezu unmöglich.

4. Seine Lagerfähigkeit ist erhöht.

5. Es gelangen keine chemischen Substanzen in den Latex, welche später nach der Koagulation durch langwierige Waschprozesse wieder entfernt werden müßten.

6. Da keine weitere Bearbeitung erforderlich ist, so behält der Kautschuk seinen natürlichen Nerv.

7. Der Marktpreis des geräucherten Kautschuks ist höher, ohne daß die Herstellungskosten sich bedeutend gegen die anderen Koagulationsmethoden verteuern würden.

Brasilianische Räuchermethode. Die in Ostasien verwendete Räuchermethode baut das schon lange Zeit in Brasilien übliche Verfahren aus. Der brasilianische Zapfer schüttet den gereinigten durchgeseihten Latex in einen großen Topf. In diesen taucht er ein ruderähnliches Holz und hält die an ihm klebende dünne Latexschicht in den stark qualmenden Rauch von Palmnüssen. Durch die Wärme des Rauches und durch das



Räuchern des Kautschuks. — Brasilien.

in ihm enthaltene Gemisch von Essigsäure, Azeton und Kreosol wird diese dünne Latexschicht schnell koaguliert (Essigsäure) und wirkt das Kreosot durch seine antiseptische Wirkung der schnellen Zersetzung der Eiweißkörper entgegen. Sobald diese erste dünne Latexschicht auf dem Holz koaguliert ist, kommt auf sie eine zweite usw., bis der vorhandene Latex verarbeitet ist. Das Arbeiten geht verhältnismäßig schnell. Nach Bonnechaux können 8 Liter Latex in 1½ Stunden verarbeitet werden. Das erhaltene Produkt wird durch einen Längsschnitt aufgeschnitten, vom Stock entfernt und erfordert keine weitere Bearbeitung mehr. Die im Rauch enthaltenen Säuremengen sind so minimal, daß ein weiterer langwieriger Waschprozeß zum Entfernen von ihnen nicht erforderlich wird.

Mit Vorliebe verwenden die brasilianischen Zapfer zum Räucherprozeß harzige Holze und grüne Zweige von Minusops elata oder Palmnüsse von Attalea excelsa und Maximiliana regia. Nach Angaben von Frank und Gnadiger enthält der Rauch von Attalea-Nüssen 10,08% Teer, 46,4% wässerige Destillate, 29,1% Holzkohle und 14,51% Gase. In den wässerigen Destillaten befindet sich Kreosot und Essigsäure.

Räucherapparate. Zum leichteren Räuchern des Latex sind verschiedene Apparate konstruiert worden.

Ein Teil der Konstruktionen gründet sich auf das brasilianische Prinzip, so z. B. der Räucherapparat von Kerckhove. Die Feuerung ist hier nur in einen Ofen verlegt. Dieser mündet in einen Rauchfang und trägt zwei seitliche verstellbare Stützen. Ein Dämpfer im Innern, der von außen gehandhabt werden kann, verlegt den Flammen den Weg nach oben und reguliert den Rauchstrom. Mechanische Hilfsmittel zur Vereinfachung des Prozesses fehlen. Die Kautschukmilch wird auch hier der über dem Rauch gedrehten Form mit der Hand zugeführt. Kerckhove hat eine Anzahl von Öfen (bis zu 6) mit 5—30 Röhren zu einer Anlage zusammengestellt, um gleichzeitige Räucherung von größeren Latexmengen zu ermöglichen.

In den Räucherapparaten von Dickson und Wickham wird der Latex mechanisch auf eine vom Rauch

umspülte und bei jeder Umdrehung sich von neuem mit Latex benetzende Trommel übertragen.

Die Räuchermaschine von Dickson besteht aus einem kleinen Ofen und einer mit ihm verbundenen Räucherbüchse. Letztere enthält eine große drehbare Trommel und eine kleinere Rolle oder Walze, die zum Teil in eine mit frischem Latex gefüllte schmale Pfanne taucht. Von den angebrachten Platten sollen die unteren, den Dämpfer begrenzenden, den Eintritt von Flammen oder Funken in die Räucherbüchse verhindern, die andern den Rauch gleichmäßig verteilen, der zuletzt durch die Esse in das Freie gelangt. Um eine ständige Berührung der Walze mit der Trommel herbeizuführen, hängt letztere mit ihrer Achse in einem Bügel, dessen Drehungspunkt, wie Abbildung zeigt, außerhalb der Achsenvertikale nach dem Schornstein zu liegt. Wird die Rolle durch Hand oder Maschine in Bewegung gesetzt, so dreht sich auch die (nach der Gleichgewichtslage strebende) Trommel und überzieht gleichzeitig deren Oberfläche beständig mit einer dünnen Latexschicht, welche unter dem Einfluß des Rauches koaguliert und trocknet. Ein Nachgießen von Latex ermöglicht ein Trichter. Hat die so aufbereitete Schicht eine bestimmte Dicke erreicht, so wird der Dämpfer geschlossen, und eine Tür in der Räucherbüchse geöffnet. Man schneidet den Kautschukring quer durch, nimmt ihn von der Trommel ab und teilt das lange „sheet", um es eventuell blocken zu lassen.

Ein Räuchern des Latex in einem liegenden Zylinder wird auf einfachste Weise erreicht in dem Räucherapparat von Danin. Die Maschine besteht aus einer rotierenden Trommel, welcher ein Stutzen mit der breiten Mündung den Rauch von einer Feuerung zuführt. Die Trommel ist an beiden Seiten zum Teil offen; sie ruht auf zwei Friktionsrollen und wird von je zwei seitlichen losen Rollen gehalten. Die Drehung erfolgt durch die Friktionsrollen. Der den Ofen tragende Tisch ist an dem Gestell befestigt und läßt sich auf- und abwärts schieben, so daß der Rauchfang zur Dicke des entstehenden Kautschukringes passend reguliert

werden kann. Die weitere Arbeitsweise ist dieselbe wie oben. —

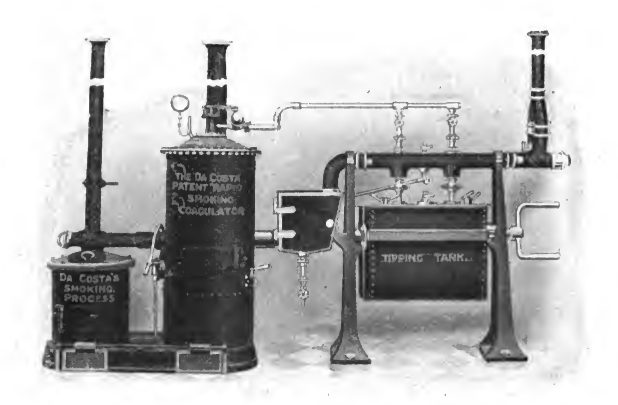
Eine sehr gut beurteilte und vielfach eingeführte, bewährte Latexkoagulationsräuchermaschine wird von David Bridge-Castleton, Manchester, nach dem System Da Costa fabriziert. Der Apparat beruht auf dem neuen Konstruktionsprinzip, angesammelten Rauch durch einen Dampfstrom in den Latex zu pressen, dadurch den Latex in kräftige Bewegung zu versetzen und alle seine Teile mit dem Rauch in innige Berührung zu bringen und dadurch schnelle und gründliche Koagulation ohne die Verwendung irgendwelcher Säuren zu erzielen. Der Kautschuk schwimmt als flockige Masse auf dem Wasser, wird gesammelt, in einen Trockenofen und von dort unter die Presse gebracht.

Eiweißgehalt des Kautschuks und Faulen.

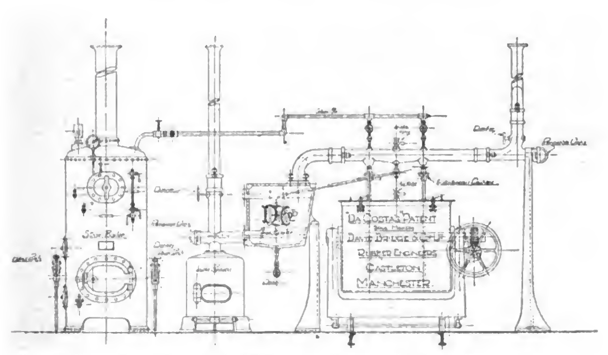
Ist die Koagulation auf natürlichem Weg, durch Räuchern oder durch Zusatz von Säuren erfolgt, stets enthält der fertige Kautschuk einen großen Prozentsatz des Eiweißes, welches ursprünglich im Latex enthalten war. Nach den Analysen von Bamber und Parkin ist in der nach der Koagulation mit Essigsäure zurückbleibenden klaren Flüssigkeit oft Eiweiß bis zu 50% der ursprünglichen Menge enthalten. Der Rest des Eiweißprozentsatzes des Latex befindet sich im Kautschuk. Durch ihn wird in vielen Fällen ein Fäulnisprozeß hervorgerufen.

Hat man den Latex durch Räuchern koaguliert, so ist diese Gefahr durch die Durchsetzung des Kautschuks mit dem Creosot des Rauches zum großen Teil beseitigt. Kann der Latex aber nur durch die andere Koagulationsmethoden aufbereitet werden, so müssen Maßregeln ergriffen werden, um einen schädlichen Einfluß des Eiweißes auf den Kautschuk (durch Faulen) zu vermeiden. Dies kann geschehen:

1. Durch Verdünnen des Latex mit Wasser vor der Koagulation, um alles im Wasser lösliche Eiweiß möglichst von vornherein aus ihm zu entfernen;



Da Costa Koagulator.
Fabrikant: David Bridge Co. Castleton, Manchester.



System des Da Coasta Koagulators aus den Eisenwerken von David Bridge, Castleton, Manchester.

2. durch Zusatz von antiseptischen Reagenzien (Creosot, Sublimat Formalin) zum Latex, bevor er koaguliert ist. In Cochinchina gibt man auf 1 l Latex 1 ccm Formalin, und wäscht den Kautschuk vor dem Trocknen in 4% Formalinlösung;

3. durch gründliches Waschen und Auspressen des frischkoagulierten Materials. Ohne Rücksicht darauf, ob der Latex mit antiseptischen Reagenzien oder ohne solche aufbereitet wurde, wird der Kautschuk ausgiebig gewaschen, um dadurch alles lösliche Eiweiß in ihm, und das, welches sich unlöslich an seiner Oberfläche niedergeschlagen hat, mechanisch soweit als möglich zu entfernen;

4. durch schnelles Trocknen des Kautschuks. Hat man die Möglichkeit, den Kautschuk völlig zu trocknen, so ist die Anwendung von antiseptischen Mitteln nicht unumgänglich nötig, da der Fäulnisprozeß nur in feuchtem Kautschuk einsetzen kann. Je schneller und wirksamer der Kautschuk getrocknet werden kann, um so geringer ist die Fäulnisgefahr.

Zusammenfassung.

Aus obigen Betrachtungen geht hervor, daß gegenwärtig die beste, aber auch umständlichste, und durch Maschinenankauf teuerste Koagulationsmethode das Räuchern des Kautschuks ist. Die einfache und verhältnismäßig schnelle Methode der Koagulation durch Säurezusatz genügt den gesteigerten Anforderungen der Fabrikanten nicht immer, da der „Nerv“ des Kautschuks bei den andern Methoden besser ist. Dieser Nachteil der Säuremethode mag zum Teil darin begründet sein, daß die allgemein im Gebrauch befindliche Essigsäure zwar beschleunigend auf den Eintritt der Koagulation, aber hemmend auf den innigen Zusammenschluß der Moleküle einwirkt.

Aus den folgenden Betrachtungen geht hervor, daß der Pflanzer durch verschiedene Säuren verschieden auf das Endprodukt, den Kautschuk, einwirken kann.

Einfluß der verschiedenen Säuren auf die Koagulation. Parkin zeigt, daß zur völligen Koagulation von 100 ccm Hevealatex erforderlich sind:

Schwefelsäure	0,1	gr
Chlorwasserstoff	0,1	„
Salpetersäure	0,3	„
Essigsäure	0,95	„
Sauerkleesäure	0,2	„
Weinsteinsäure	0,25	„
Citronensäure	0,5	„
Ätzendes Sublimat	0,8	„
Ameisensäure	0,45	„

Einfluß der Schnelligkeit der Koagulation auf den Nerv. Weiter geht aus den Angaben von Henri hervor, daß:

1. Säuremischungen eine ausgesprochenere Wirkung auf die Koagulation ausüben als einfache Säuren;

2. die durch Säuremischungen herbeigeführte Koagulation darf nicht zu schnell vor sich gehen, um eine gleichmäßige Koagulation aller Teile sicher zu stellen. Bewegung unterstützt die Koagulation;

3. die Wirkung des Koagulans ist beeinflußbar durch die Temperatur. Die besten Resultate erzielte man in gewissen Fällen, indem man kleine Quantitäten der Mischung zuführte, die nicht ausreichten, um Koagulation herbeizuführen und indem man dann die Temperatur auf 25—30° C steigerte. Der so erhaltene Kautschuk ist sehr homogen, hat einen guten Nerv, ist elastisch und von guter Qualität. Anscheinend wirkt hier die Verdünstung des Wassers auf die Koagulation befördernd ein.

Weiterhin zeigt Henri, daß die Struktur der koagulierten Masse variiert mit der Natur und mit der Konzentration der Substanzen, die zur Koagulation verwendet werden. Ein schwacher Koagulans bringt pulverförmigen oder flockigen Niederschlag hervor; ein starkes Koagulans führt entgegengesetzt zur Bildung eines elastischen Niederschlags mit netzförmiger Struktur. Betrachtet man die Struktur des durch die verschiedenen Koagulantia erhaltenen netzförmigen Gewebes, so sieht man, daß die Feinheit der Maschen je nach dem Koagulans und je nach der zur Koagulation erforderlich gewesenen Zeit variiert. Die elastischen

Eigenschaften des Kautschuks, der durch verschiedene Koagulationsmethoden desselben Latex erhalten ist, wechseln je nach den verschiedenen angewendeten Koagulationsmethoden. Im allgemeinen rührt ein zäherer, aber weniger dehnbarer Kautschuk von einer schnelleren Koagulation her.

Der von Henri koagulierte Latex ergab nach Aufarbeitung:

Art der Koagulation	Zerreißgewicht pro mm	Dehnungsgrenze pro mm
Erhitzt bis 80° C	150 g	8,5 mm
„ „ 25° C	190 „	7,2 „
Schwache Essigsäure	175 „	7,5 „
Starke Essigsäure	210 „	7,1 „
Säure + 1wertiges Salz	310 „	6,8 „
„ + 2wertiges Salz	380 „	6,8 „
„ + 3wertiges Salz	660 „	6,5 „

Die elastischen Eigenschaften des Kautschuks sind also abhängig von der Feinheit der netzförmigen Struktur der koagulierten Masse, und dieses hängt ab von dem zur Anwendung gebrachten Koagulans.

Aus den Untersuchungen von Parkin und Henri geht somit hervor, daß der Pflanzer durch die Zugabe von Säure und Säuremischungen den Nerv des Kautschuks in verschiedener Weise beeinflussen kann. Da die Anwendung der Essigsäure als Koagulans ein zwar gutes, aber nicht das beste Endresultat liefert, so sind die noch nicht abgeschlossenen Untersuchungen über Einführungsmöglichkeit anderer, für das Endresultat nicht schädlicher Koagulantia für den Pflanzer von größter Bedeutung.

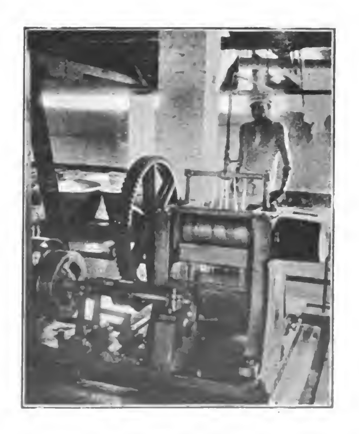
Waschprozeß und Marktformen.

Unmittelbar nach dem Koagulieren erfolgt die Aufbereitung des Kautschuks. Diese besteht zunächst in dem Waschen des Kautschuks, bei oder nach welchem die bis jetzt formlose Kautschukmasse gleichzeitig ihre Marktform erhält.

Der Zweck des Waschens ist, wie schon oben teilweise ausgeführt:



Kautschukwaschen.



Kautschukwaschen.

1. die zur Koagulation verwendeten und dabei in den Kautschuk gelangten Säureteilchen möglichst vollständig aus dem fertigen Produkt zu entfernen, um deren möglicherweise schädliche Einwirkung auf die Lagerbeständigkeit und auf die spätere Vulkanisation auszuschalten;

2. Entfernung aller im Wasser löslichen oder durch Wasser mechanisch zu entfernenden Substanzen, auf welchen Bakterien oder Schimmel Nahrung und Entwicklungsboden finden könnten;

3. Töten aller Fermente, welche Oxydation herbeiführen könnten, durch Eintauchen der fertigen Produkte in heißes (80° C) Wasser.

Waschmaschinen. In den meisten Fällen erfolgt, selbst bei kleinen Betrieben, diese Reinigung des Kautschuks durch Waschmaschinen. Nur für den Fall, daß die Koagulation ohne jeden Säurezusatz erfolgt ist, kann man von einem Waschprozeß absehen und sich auf das Auspressen des im Kautschuk enthaltenen Wassers beschränken. Man verwendet zwei Waschmaschinen in der Weise, daß man den frischen, weichen Kautschuk auf die Vorwaschmaschine bringt. Dieses Walzwerk arbeitet mit 2 nebeneinander liegenden glatten Walzen, von denen die eine fest, die andere verschiebbar in kräftigen Ständern gelagert ist. Durch wiederholtes Durchführen der weichen Kautschukmasse wird zunächst das in ihr enthaltene Wasser ausgetrieben, und gleichzeitig erhält man je nach der eingeführten Menge entweder einzelne kleinere Kautschukkuchen oder längere „Felle“. Über den Walzen befindet sich ein Brauserohr zur Zuführung von Wasser. Unter den Walzen ist eine Blechmulde mit Stützen zum Ablaufen des Wassers und ein eingelegtes, gelochtes Blech zum Auffangen abgewaschener Gummiteilchen.

Die Drehgeschwindigkeit dieser Walzmaschinen darf nicht größer sein als 20 m per Minute. Ihr Antrieb erfolgt entweder maschinell oder durch Handbetrieb in kleineren Pflanzungen.

Durch Verstellung der Schlitzweite erhält man auf diesen Vorwaschwalzen nach mehrmaliger Bearbeitung



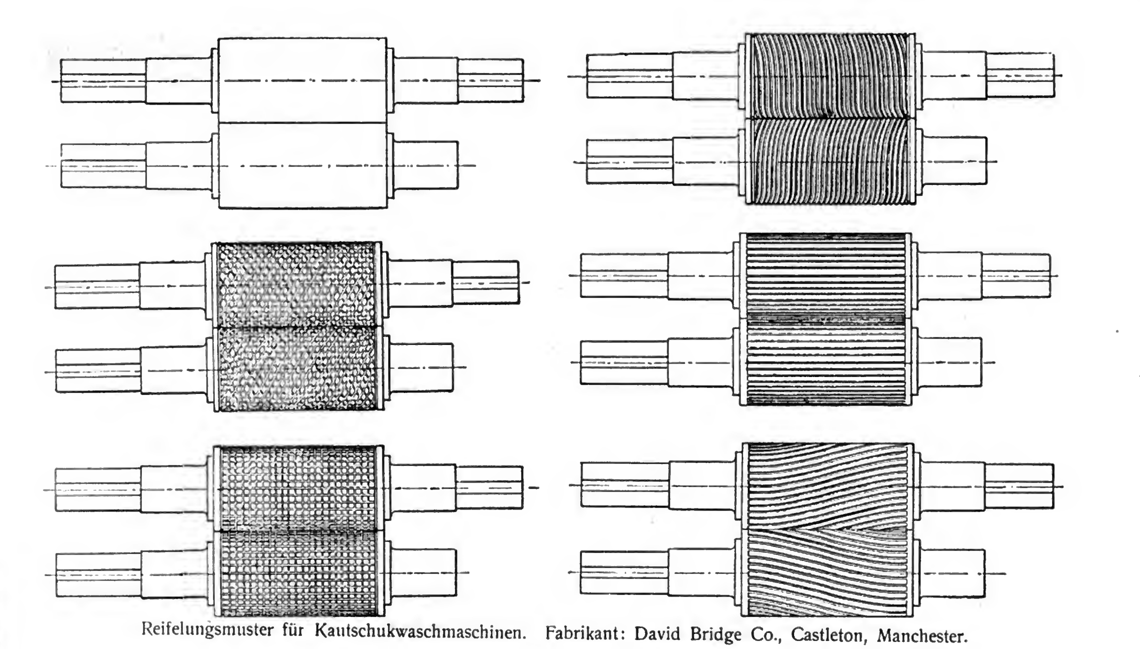
Kautschukwaschen in den Straits Settlements.



Kautschukwaschen in den Straits Settlements.

ein gleichmäßig dickes und verhältnismäßig hartes Fell. Dieses wird, wenn man Crêpe herstellen will, auf der zweiten Waschwalze weiter bearbeitet. Die Walzen dieser Maschine sind geriffelt. Man unterscheidet hierbei folgende Arten der Riffelung: Schrauben-, Parallel-, Spiral-, Quadrat-, Kreuzriffelung.

Durch die Riffelung erfolgt im Verein mit verschiedener Schlitzweite eine energischere Bearbeitung des Kautschuks, als durch die glatten Walzen der Vorwaschmaschine. Um eine Schädigung des Nervs des Kautschuks zu vermeiden, hat man eine Zusammenstellung von einer glatten und einer geriffelten Walze als vorteilhaft anempfohlen. Verarbeitet man auf diesen Walzen Scrap, dann müssen beide Walzen geriffelt sein. Durch die Riffelung erhält der Kautschuk Crêpeform, welche das Trocknen begünstigt. Eine durchgreifende Bearbeitung kann erfolgen durch Anwendung einer großen und kleinen Walze im selben Walzwerk. Die Waschwalzwerke werden während des Waschprozesses sehr strapaziert und müssen dementsprechend stark und außergewöhnlich kräftig gebaut sein. Die notwendige kräftige Ausführung liegt nun nicht im Anbringen voluminöser Böcke oder in der Verwendung recht kurzer Walzen, die der Maschine ein gedrungenes Bild geben, sondern vor allen Dingen in der Zähigkeit und Festigkeit der verwendeten Materialien und der technisch richtigen Konstruktion. Erfolgt der Antrieb durch Göpel oder Maschinenkraft, so erfolgt die Räderübertragung zweckmäßig von einer am Fußboden angeordneten Welle aus. Die Kosten für Montage und Transmission werden hierdurch geringer, die Riemen werden überflüssig und, was ein hauptsächlicher Faktor ist, das Gebäude für die Wäscherei kann sehr einfach und leicht gebaut sein, weil keine Transmission daran montiert wird. — Hinsichtlich der Frage, ob gußeiserne oder Hartgußwalzen und wieder glatte oder geriffelte vorzusehen sind, möchte ich vorschlagen, für Walzwerke, die zum Auswaschen von Plantagengummi, also weniger stark verunreinigtem Gummi dienen, nur Walzen aus Spezialgrauguß, und zwar glatte, zu verwenden. Diese Walzen werden nur abgedreht, nicht geschliffen wie die Hartgußwalzen und



Reifelungsmuster für Kautschukwaschmaschinen. Fabrikant: David Bridge Co., Castleton, Manchester.

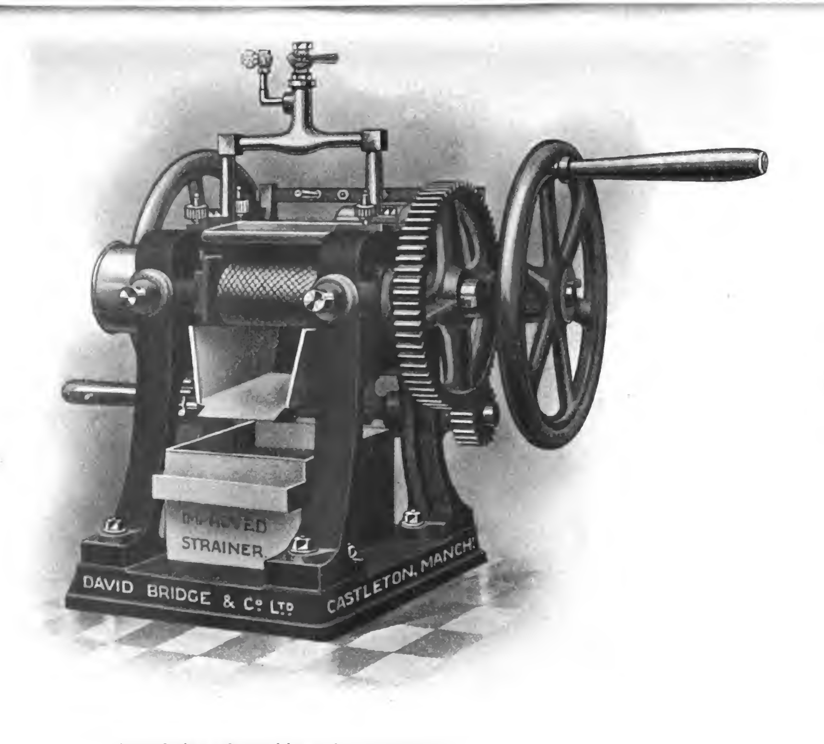
sind in dieser Ausführung griffig genug, um selbst bei kleinen Walzendurchmessern (ausgenommen 150 mm Durchmesser) den Kautschuk intensiv durchzuziehen. Bei Hartgußwalzen ist für die kleineren Walzendurchmesser, bis 250 mm, allerdings eine feine Riffelung vorzuziehen. Für die großen Waschwalzwerke von 300 und 400 mm Durchmesser ist jedoch eine Riffelung auch bei Hartgußwalzen nicht erforderlich. Handelt es sich aber um stark verunreinigten Scrap, dann möchte ich für solche Betriebe geriffelte Hartgußwalzen, die mit ungleicher Geschwindigkeit laufen, vorschlagen. Die Riffelung dient hierbei lediglich dem Zwecke, das Zerreißen bzw. Ziehen des Gummis, das schon durch die ungleiche Walzengeschwindigkeit erreicht wird, intensiver zu gestalten. Im allgemeinen sollten stark geriffelte Walzen möglichst nicht verwendet werden, weil allzuvieles Zerreißen und Ziehen dem Kautschuk nicht zuträglich ist. Sobald aus dem Scrap die gröbsten Verunreinigungen durch diese geriffelten Walzen entfernt sind, wird er auf Waschwalzwerken mit glatten Walzen weitergewaschen. Walzen mit Bronzeüberzug sind nicht zu empfehlen, weil sie sich trotz besten Materials überaus schnell abnutzen.

Der fertige Kautschuk.

Marktformen des fertigen Produktes.

Im wesentlichen unterscheidet man beim aufbereiteten Kautschuk: Kuchenform, Fellform, Crêpeform, eventl. Wurmform und Blockform.

Zur Herstellung der Kuchenform (Biskuits) koaguliert man den Latex mit oder ohne Zugabe von Essigsäure in runden Emaillebehältern, welche einen Durchmesser von 25—35 cm und eine Höhe von 5 cm haben. Die erhaltene Koagulationsmasse wird gewaschen und ausgequetscht, bevor sie in den Trockenraum kommt. Das Bestreben muß dahin gehen, möglichst dünne Kuchen (2—3 mm dick) zu erhalten. Vielfach rollen sie beim Trocknen an den Ecken auf und verlieren dadurch an Ansehen. Die Kuchen werden auf dem Markt gern gekauft, da der Käufer sie leicht auf ihre sorgfältige Aufbereitung, auf Verunreinigungen usw. hin prüfen kann,



Kautschukwaschmaschine mit Handantrieb.

und da er weiß, daß sie in der Regel keinen schädigenden Waschprozeß durchgemacht haben.

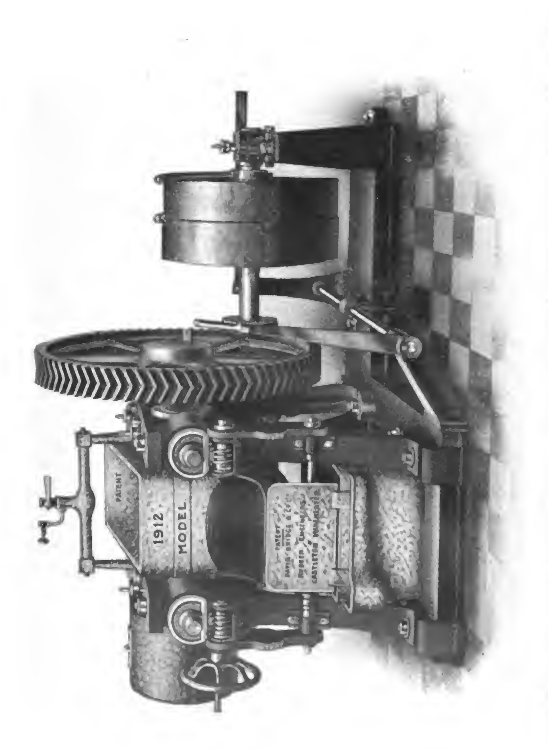
Für den Pflanzer ist die Herstellung der Kuchen- und Fellform umständlich: 1. wegen der langsamen Koagulation des Latex, wenn kein Säurezusatz erfolgt; 2. wegen der vielen einzelnen Koagulationsbehälter und wegen der dadurch bedingten weitläufigen Anlage; 3. wegen des in vielen Fällen wünschenswerten Räucherprozesses nach der Formgebung und dem Waschen.

Fellform.

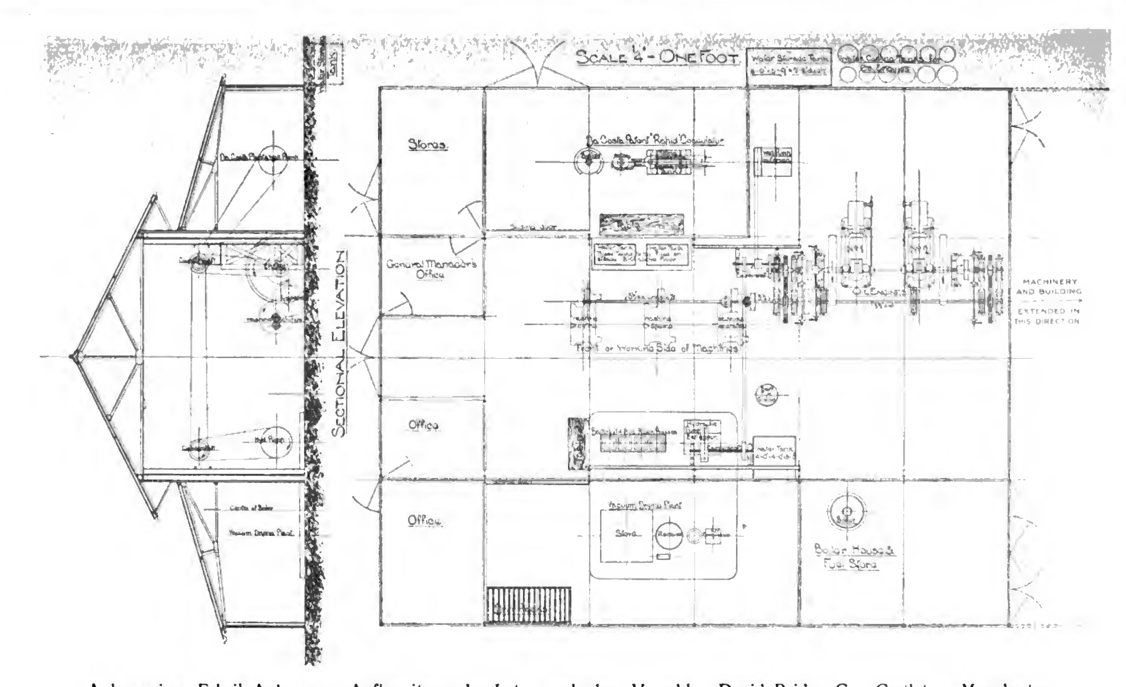
Die Fellform wird hergestellt durch die Koagulation des Latex in rechteckigen großen Emaillebehältern ($60 \times 30 \times 0{,}3$ cm), und durch Waschen in glatter Walzmaschine, um eine möglichst geringe Dicke des fertigen Produktes zu erhalten. Nach erfolgtem Waschen empfiehlt es sich vielfach, diese Felle ein oder zweimal durch die Riffelmaschine gehen zu lassen und dadurch eine unebene Felloberfläche zu erzielen. Auf diese Weise kann die Luft freier zwischen den verpackten Fellen zirkulieren, es steigert sich die Lagerbeständigkeit und wird eventueller Schimmelbildung entgegengearbeitet. Zur besseren Konservierung werden die Felle vielfach geräuchert. Da sie keinen derart ausgedehnten, durchgreifenden maschinellen Waschprozeß durchgemacht haben wie Crêpe, so ist der Nerv in ursprünglicher Güte erhalten. Geräucherte Felle sind eine beliebte Marktform, die gern gekauft wird.

Crêpe.

Crêpe läßt sich aus Latexkoagulation und aus Scrap herstellen. Er unterscheidet sich von den Fellen durch die Aufbereitungsart. Durch die Bearbeitung in den Riffelwalzen ist er stark gezogen und gequetscht worden. Durch diese vermehrte Durcharbeitung enthält er wenig lösliche oder mechanische Verunreinigungen. Seine Oberfläche ist durch die Riffeln unregelmäßig gerollt. Die Crêpestreifen sind 1—3 m lang und ca. 30 cm breit. Die einzelnen Streifen macht man, um eine durchgreifende



Bewährte Kautschukwaschmaschine. Fabrikant: David Bridge Co., Castleton, Manchester.



Anlage einer Fabrik-Anlage zur Aufbereitung des Latex nach dem Vorschlag David Bridge Co., Castleton, Manchester.

Bearbeitung zu erreichen, möglichst dünn, und preßt dann in der Waschmaschine mehrere Streifen aufeinander, um eine Dicke von ca. 3 mm beim fertigen Produkt zu erhalten. Der Nerv des Kautschuks wird bei der Crêpeaufbereitung auf Kosten der Reinheit der Streifen in vielen Fällen zu sehr angestrengt. Empfehlenswert ist diese Art der Aufbereitung bei Scrapkautschuk, der stark durch Rinde verunreinigt ist. Crêpe wird häufig nicht geräuchert.

Wurmform.

Eine Aufbereitung des Latex in Wurmform erfolgt teilweise in Ceylon. Sie entsteht durch Zerschneiden unregelmäßiger Felle in dünne, wurmähnliche Streifen von ungleicher Länge, welche dann, nach dem Waschprozeß, in der glatten Walzmaschine zusammengepreßt werden.

Blockform.

Die Blockform wird hergestellt durch Pressen des weichen, leicht biegbaren Kautschuks in einer der obigen Form, sobald er aus dem Vakuumtrockner kommt. Der Kautschuk nimmt dann in dem angewärmten Zustand leicht jede Form an und behält sie nach dem Abkühlen bei. Die Größe der Blocks ist verschieden. Eine beliebte Form ist 15×15×15 cm oder Ziegelsteinform: 30×30×10 cm. Da diese Form dem Licht und der Luft nur wenig Oberfläche darbietet, so ist eine Oxydationsgefahr gering. Da aber Blockform sich im Innern nur schwer trocknen läßt, wenn sie aus frischkoaguliertem Kautschuk hergestellt wird, und da Kautschuk mit großem Feuchtigkeitsgehalt auf dem Markt nicht beliebt ist, so ist man in vielen Fällen von dieser Form abgekommen. Trotzdem wäre die Blockform die beste Kautschukform, nur müßte man zu ihrer Herstellung nur völlig trockenen Kautschuk, der womöglich den Räucherprozeß durchgemacht hat, verwenden.

Die Blockform erfordert Pressen. Für kleinere Leistungen reichen Spindelpressen für Handbetrieb. Bei diesen Pressen ist die Preßform auf einem eisernen

Block angeordnet. Die die Preßplatte tragende Spindel wird durch Kegelräder mit Schwungrad und Handkurbel betätigt.

Bei größeren Betrieben erfolgt die Herstellung der Blöcke durch Wasserdruckpressen. Zur Erzeugung des Druckwassers werden Preßpumpwerke für Hand- oder Riemenbetrieb benutzt.

Stempeln. Gleichzeitig mit der Bearbeitung des Kautschuks erfolgt das Stempeln der einzelnen Stücke: durch entsprechende Formen oder Einschnitte auf den Preßdeckeln oder auf den Walzrädern, selbst wenn sie geriffelt sind, lassen sich ohne Mühe auf jedem Kautschukstreifen die Zeichen oder der Name der Pflanzung anbringen. Eine derartige Bezeichnung liegt im Interesse des Pflanzers, um sein bewährtes Produkt schnell und gut verkaufen zu können, und auch in dem des Käufers, der auf diese Weise über die Herkunft orientiert wird, und ein Produkt, das sich bei ihm bewährt hat, stets gern wieder kauft. In gleicher Weise wie der Kautschuk sollte, um Vertauschen und Irrtümer zu vermeiden, auch die Versandkiste gekennzeichnet sein.

Trockenprozeß.

Notwendigkeit des Trocknens. Ein Teil des im frischkoagulierten Kautschuk enthaltenen Wassers ist durch die Bearbeitung des Kautschuks in den Waschmaschinen mechanisch entfernt worden. Zum Erzielen von Lagerbeständigkeit ist es unbedingt erforderlich, daß die noch in ihm enthaltene Feuchtigkeit soweit als irgend möglich aus ihm entfernt wird. Nur der völlig gewaschene und getrocknete Kautschuk ist, auch ohne Räucherung, lagerfähig und kann, ohne an Qualität nachzulassen, lange Zeit aufbewahrt werden. Die Oberfläche des Kautschuks muß vollkommen trocken sein. Ein einziges feuchtes Stück kann die ganze Kiste verderben: der Kautschuk wird brüchig, übelriechend und verfärbt und zersetzt sich. Der europäische Markt verlangt Kautschuk mit möglichst geringem Feuchtigkeitsgehalt. Die Herstellung eines solchen Produktes ist für den



Aufbereiteter Kautschuk in Fell-, Crêpe- und Blockform.

Kautschukpresse für Blockkautschuk mit Handbetrieb.

Pflanzer zwar umständlich und je nach der Aufbereitungsart mit größeren oder geringeren Kosten verbunden, die Mehrkosten werden aber schließlich doch durch den höheren Marktpreis des Produktes ausgeglichen.

Durch das Trocknen verliert der Kautschuk etwa 35 % von dem Gewicht der Menge, welche aus der Waschmaschine kommt.

Das Trocknen kann erfolgen:

1. in Trockenräumen mit unerhitzter Zugluft;
2. in Trockenräumen mit erhitzter Zugluft, eventuell gleichzeitig mit einem Räuchern der Oberfläche;
3. in Vakuumtrockenapparaten.

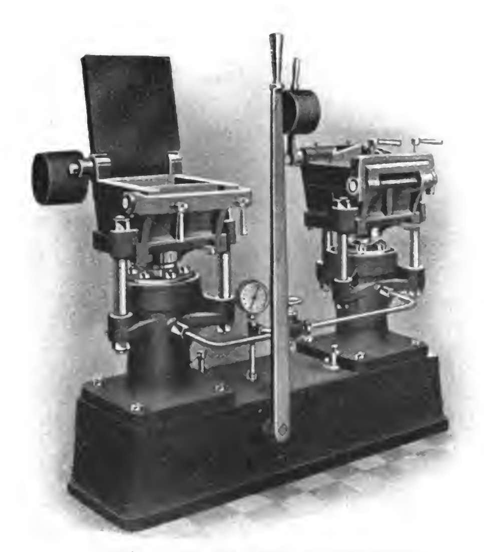
Nicht geheizte Trockenräume.

Auf der Mehrzahl der Pflanzungen erfolgt das Trocknen des Kautschuks ohne Anwendung von erhitzter Luft. Entschließt man sich zu einer solchen Trockenanlage, dann empfiehlt es sich, um eine möglichst baldige Verdunstung des im Kautschuk vorhandenen Wassers zu erzielen, den Kautschuk nach dem Waschen nochmals durch ein Walzwerk zum Entwässern laufen zu lassen. Die Firma Krupp hat in ihrem Grusonwerk bei Magdeburg ein solches Walzwerk konstruiert. Es ist für Handbetrieb eingerichtet, und besteht aus einer festen und vier verstellbaren in kräftigen Ständern gelagerten harten Holzwalzen. Die vier Walzspalten können so geregelt werden, daß im ersten Spalt der geringste und im vierten der größte Druck ausgeübt wird.

Unter den Walzen ist im Gestell eine Blechmulde aufgehängt, die mit einem Stutzen zum Ablaufen der Flüssigkeit versehen ist und ein gelochtes Blech zum Auffangen fester Teile enthält.

Nachdem der Kautschuk diese Entwässerungsmaschine durchlaufen hat, kommt er in den Trockenraum.

Der Trockenraum ist zur Erzielung einer möglichst großen Innentemperatur zweckmäßig aus Wellblech ge-



Hydraulische Presse für Blockkautschuk.



Schneiden von Heveastumps in Ceylon.

baut oder das Dach mit Wellblech eingedeckt. Um eine gleichmäßige Ventilation zu erzielen, kann sich zum leichten und schnellen Absaugen der mit Feuchtigkeit gesättigten Luft die Anbringung eines Ventilators empfehlen. Da Sonnenlicht und direkte Sonnenbestrahlung den trocknenden Kautschuk klebrig macht, und da hierdurch nur ein niederer Preis erzielt werden kann, so sind die Räume so einzurichten, daß das Sonnenlicht unter allen Umständen abgeschlossen werden kann. Im Innern des Hauses sind, wenn Kuchenform hergestellt wird, Holzgestelle mit galvanisiertem Drahtnetz in horizontalen Schichten bespannt, um auf sie die Kuchen oder Blöcke zu legen. Werden Felle produziert, dann stellt man Holzgestelle mit mehreren Reihen von etwa 1 cm dicken und 2 cm breiten Holzleisten übereinander auf, und hängt auf sie die Felle oder Crêpestreifen.

Dauer der Trockenzeit. Die Trockenzeit hängt ab von der Luftzirkulation im Trockenraum und von der Dicke des Kautschuks. Im allgemeinen rechnet man für das Trocknen eines etwa 3 mm dicken Kautschukstreifens ein bis zwei Wochen. Bei Anwendung eines Ventilators verkürzt sich diese Zeit. In diesen Trockenräumen verändert sich das Weiß der Kautschuks allmählich in braune bis bernsteinfarbige, durchschimmernde Farbe. Trotz des verhältnismäßig langsamen Trocknens kann man dieses Trockensystem anwenden, wenn man eine monatliche Ernte bis zu 500 kg Trockenkautschuk aufzubereiten hat.

Trockenräume mit Heizung.

Derartige Trockenräume sind nur in großen Betrieben einzurichten, wenn sich die zu trocknende Kautschukmenge durch natürliches Trocknen nicht bewältigen läßt. Die äußere (Wellblech) und innere Einrichtung (Gestelle) ist wie oben. Die Heizung erfolgt durch Dampfröhren oder durch heiße Luft, welche durch einen Ventilator abgesaugt wird.

Es gibt verschiedene Einrichtungsmöglichkeiten bei diesem System: Man teilt den Trockenboden in 6 Kammern

und zieht mittelst eines großen Ventilators die heiße Luft durch ein System von leichten, durchlochten, verdeckt liegenden Röhren. Der Ertrag des ersten Tages kommt in die erste Kammer, der des zweiten in die zweite usw. Ist die Heizung und der Ventilator den Tag über in Betrieb, so reichen zum Trocknen 48 Stunden aus. Erfolgt gleichzeitig Räuchern, so läßt man den Kautschuk 4—6 Tage in der Kammer In einer solchen Kammer liegt oder hängt der Kautschuk wie oben beschrieben.

Ein anderes System beruht darauf, daß man die erhitzte Luft auf der einen Seite des Raumes eintreten läßt und sie durch einen Ventilator auf der anderen Seite absaugt.

Trocknen mit Räuchern der Oberfläche. Beabsichtigt man gleichzeitig mit dem Trocknen den Kautschuk einem Räucherprozeß seiner Oberfläche zu unterwerfen, und dadurch seine Lagerfähigkeit zu erhöhen und eine geringe Preissteigerung zu erzielen, dann kann man in folgender Weise vorgehen: Will man eine jede Feuersgefahr nahezu völlig ausschließende maschinelle Anlage einrichten, dann empfiehlt sich die in Ceylon, Süd-Indien und auf der Malaiischen Halbinsel bewährte Chuala-Anlage (hergestellt von Tyneside Foundry Co., Elswick, Newcastle-on-Tyne).

Der „Chuala"-Apparat besteht aus einer großen Anzahl Röhren, die über einem Ofen liegen. Durch sie zirkuliert die zu erhitzende Luft. Über der Röhrenkammer sind Ventile angebracht, durch welche der Rauch, wenn gewünscht, aus dem Ofen austreten und sich mit der heißen Luft mischen kann. Als Feuerungsmaterial verwendet man geeignetes grünes Brennholz (Albizziaholz und Blätter, Lantana, Kokosschale usw.) und hält das Feuer nieder. Der dichte Rauch, welcher sich zwischen den luftheizenden Röhren erhebt, wird durch die zwischen den Röhren zirkulierende Luft gekühlt. Wenn er durch seine Auslaßventile austritt, hat er praktisch dieselbe Temperatur wie die heiße Luft aus den Röhren. Dieses Luft-Rauchgemisch wird durch

einen Ventilator in den Trockenraum abgesaugt. Die Kautschukstreifen hängen dort in der gebräuchlichen Weise. Bei Einteilung in einzelne Kammern kann das System so erweitert werden, daß man nach Belieben die einzelne Kammer mit Rauch oder mit heißer Luft oder mit beiden gemeinsam durch Öffnen oder Schließen entsprechender Ventile füllen kann. Beabsichtigt man ledigliches Trocknen, ohne Räuchern, so verwendet man trockenes Holz und schließt die Rauchdurchlässe.

Beim Räuchern muß der Kautschuk von Zeit zu Zeit umgewendet werden, um ein gleichmäßiges Räuchern beider Außenseiten zu erreichen. Wendet man die Stücke nicht um, so bleibt die Auflagestelle an den Gestellen blaß und leidet dadurch das Aussehen und der Preis des Endproduktes.

Räucherhäuser. Beabsichtigt man die Kautschukstücke lediglich zu räuchern, ohne Räuchermaschinen einzustellen, so haben sich nach Angabe von Wright folgende Räucherhäuser bewährt:

I. Typ. Quadratisches Wellblechhaus 4×4 m $\times 4\frac{1}{2}$ m (Höhe). Das Dach ist an allen vier Seiten offen. Über dem offenen, qualmenden Feuer hängt 1 m über dem Erdboden ein Drahtgeflecht ausgespannt, um zu verhindern, daß die hängenden oder liegenden Kautschukstücke in das Feuer fallen.

II. Typ. Quadratisches Wellblechhaus $4 \times 4 \times 5$ m (Höhe) mit $1\frac{1}{2}$ m tiefer Räuchergrube in der Mitte, in die Erde eingegraben. Das Dach ist geschlossen und hat oben in der Mitte ein kleines Loch zum Abzug des Rauches. 1 m über dem Erdboden ist ein Drahtgeflecht, wie oben ausgespannt. 30 cm darüber liegen auf jeder Seite zwei, nach außen herausziehbare Holzrahmen, deren Boden mit Drahtnetz bespannt ist. Ihre Größe beträgt: $2 \times 2 \times 0{,}15$ m. Es liegen je 14 Holzrahmen, jeder durch entsprechende Leisten für sich herausziehbar, übereinander.

III. Typ. Zweistöckiges Wellblechhaus $12 \times 8 \times 8$ m (Höhe). Auf ebener Erde befindet sich die Rauch-

erzeugung in einem 12 m langen und 3 m breiten Raum. Durch Neigung der Wellblechplatten erweitert dieser Raum sich bis auf 7 m obere Weite in einer Höhe von 3 m. Dort stößt er an die hölzerne Decke des Oberbaues. In der Mitte dieser Decke befindet sich eine 2 m breite, 10 m lange Öffnung, welche mit Drahtnetz zum Durchlassen des Rauches überspannt ist. Rohrstöcke tragen den Kautschuk. Eisenplatten in den Seiten des Feuerraumes verhindern Feuergefahr.

Vakuumtrockenapparate.

Die Vakuumtrockenapparate haben auf den Pflanzungen keine große Verbreitung gefunden, da sie dem Kautschuk leicht zu viel Feuchtigkeit entziehen, und dadurch den Nerv schwächen. In vielen Fällen trocknet die äußere Schicht zu schnell, wird undurchlässig und kann dadurch die innere Schicht nur schwer Feuchtigkeit abgeben. Bei geringer Dicke der einzelnen Kautschukstücke kommt dies weniger zum Ausdruck als bei Blockkautschuk.

Sortieren.

Der europäische Markt verlangt in Rücksicht auf die leichtere Fabrikationsmöglichkeit, Kautschuk von möglichst gleichmäßiger Beschaffenheit. Deshalb ist es für den Pflanzer wichtig, einesteils eine bewährte Aufbereitungsmethode beizubehalten, und andererseits die erhaltenen Produkte nach Güte zu trennen. Geräucherter Kautschuk ist, seiner großen Lagerbeständigkeit wegen, gegenwärtig sehr beliebt und wird in jeder Form gern gekauft.

Nach Fertigstellung müssen die einzelnen Formen und Qualitäten auseinandergehalten und getrennt verpackt werden. Sind starke Unterschiede in der Farbe oder der Dicke des Endproduktes vorhanden, oder stammt ein Teil von Bäumen, die bedeutend älter sind als andere, dann empfiehlt es sich, auch innerhalb der Formen eine nochmalige Sortierung vornehmen zu lassen. Werden durch diese Unterabteilungen die einzelnen Lots zu klein, dann muß man mit dem Abtransport so lange

warten, bis genügend Material aufgearbeitet worden ist. Das Mindestgewicht einer jeden Sorte muß 50 kg betragen.

Verpacken.

Der Kautschuk wird in starke, gut gezimmerte Kisten (50×50×60 cm) mit starken Bändern verpackt, um ein Zerbrechen der Kiste auf dem Transport zu vermeiden. Die Kisten müssen innen vollkommen rein, glatt, frei von Sägmehl und Splittern sein. Unter keinen Umständen dürfen sie mit Papier oder Sackleinwand ausgelegt werden. Felle und Crêpe werden flach eingepackt. Zur völligen Raumausnützung steckt man gefaltete — nicht gerollte! — Stücke zwischen Hauptmasse und Kistenwände. Es ist nicht ratsam, Felle und Crêpe zu rollen. Zur leichteren Entdeckung von Diebstählen befestigt man hölzerne Bänder um die Kisten. Auf den Kisten vermerkt man das genaue Gewicht von Kiste und Inhalt.

Der Abtransport erfolgt so bald als möglich.

Nebenprodukte.

Verwendungsmöglichkeiten für Heveasamen.

Im Durchschnitt produziert jeder Heveabaum vom 5. Jahr ab pro Jahr ca. 160 Früchte = ca. 500 Samen. Man rechnet, daß 1000 Samen 3—4 kg wiegen, je nachdem sie frisch oder eingetrocknet sind. Von dem Gewicht kommen 35—45 % auf die Schalen, 65—55 % auf die Kerne. In der einzelnen Pflanzung werden somit beträchtliche Mengen Samen hervorgebracht, die vom 5. Jahr ab völlig den Bedarf für Saatmaterial der eigenen Pflanzung decken.

Die zunächst liegende Frage ist die: ob und wozu sind diese Samen verwendbar, wenn sie nicht als Saatmaterial verkauft oder zur weiteren Ausdehnung der Pflanzung verwendet werden können? Nach einer Analyse des Imperial Institute, London, enthalten zu Mehl zerriebene Heveasamen (Schale + Kern):

Feuchtigkeit	9,1 %	Öl	36,1 %
Asche	3,53 %	Eiweiß	18,2 %
Fasern	3,4 %	Kohlehydrate	29,67 %

Die Asche enthält 30,3% Phosphorsäure in Form von Phosphaten, was einem Gehalt von 1,07% Phosphorsäure im Mehl gleichkommt.

Öl aus Samen. Das in den Samen enthaltene Öl ähnelt in seinen Eigenschaften dem Leinsamenöl. Es ist klar, hellgelb und liefert beim Verseihungsprozeß mit Ätzsoda eine weiche, gelbliche Seife. Unter Umständen könnte somit bei billiger Aufbereitung in der Pflanzung das ausgepreßte Öl durch Versand nach Europa eine Nebeneinnahmequelle für die Pflanzung liefern. Um ein versandfähiges Öl mit wenig freier Fettsäure zu erhalten, müssen die Schalen von den Kernen entfernt werden. Der zurückbleibende Ölkuchen bildet ein Düngemittel für die Pflanzung.

Samenversand zu Saatzwecken.

Zum Verschicken scheinen sich nach den gemachten Beobachtungen die im Herbst geernteten Samen besser zu eignen als die im Frühjahr. Alle Heveasamen verlieren ihre Keimkraft bald, wenn sie nicht sorgfältig behandelt werden. Das beste ist, sie sofort nach dem Einsammeln zu verschicken. Ist dies nicht möglich, dann legt man die Samen sofort nach dem Einsammeln auf einen trockenen, kühlen Boden und wendet sie häufig um. Müssen sie längere Zeit vor dem Abtransport aufgehoben werden, so mischt man sie mit zerriebenen Holzkohlen oder mit trockenem Sand. Unter keinen Umständen dürfen sie mit einem feuchten Gegenstand bedeckt oder auf feuchtes Material gelagert oder der Sonne zwecklos ausgesetzt werden.

Beim Verpacken handelt es sich darum, ein Packmaterial zu finden, in welchem weder Bakterien noch Schimmel aufkommen kann, das leicht ist und das einerseits trocken genug ist, um die Samen am Keimen zu verhindern, und das doch andererseits feucht genug ist, um ihr Absterben durch Austrocknen unmöglich zu machen.

Als Versandbehälter empfiehlt der Botanische Garten in Singapore Biskuit- oder Petroleum-Tins (In-

halt ca. 600 Samen), der in Peradeniya gewöhnliche starke Holzkisten (75 × 40 × 30 cm, Inhalt ca. 6—7000 Samen), oder, bei kurzem Transport, Säcke (500 Samen).

Als Füllmaterial der Behälter verwendet man zweckmäßig feuchte, feinzerriebene Holzkohle. Diese muß gleichmäßig durch und durch feucht sein, darf aber nicht übermäßig naß oder übermäßig trocken sein. Man erhält den gewünschten Feuchtigkeitsgehalt dadurch, daß man die Holzkohle völlig durchnäßt und sie dann in der Sonne unter stetem Umwenden so lange trocknet, bis sie gleichmäßig feucht ist. Verbrannte Reisschalen liefern ebenfalls ein gutes, leichtes Verpackungsmaterial, das vor dem Verpacken der Samen mit Wasser besprengt werden und leicht getrocknet werden muß. Ferner ist zu empfehlen eine Mischung, bestehend aus 1 Teil Holzkohle mit 2 Teilen Kokosschalenmehl oder Sägemehl.

Das Einlegen der Samen erfolgt in nachstehender Weise: Auf den Boden des Behälters kommt eine dünne Schicht Holzkohlenmischung, darüber Papier, um zu verhindern, daß die Holzkohle auf dem Transport nach unten rutscht. Dann kommt eine Lage Samen mit Holzkohlen, dann Papier usw.

Stumpversand. Bei aufmerksamer Pflege auf dem Transport erhält man in der Regel mit Stumps bessere Resultate als mit Samen. Allerdings stellen sie sich im Preise höher.

Beim Stumpversand ist es wichtig, daß in den Behältern stets genügend Feuchtigkeit vorhanden ist. Bei längerer Transportdauer kann es sich empfehlen, den Transport von irgend jemand begleiten zu lassen, um sicher zu sein, daß die Stumps täglich begossen werden. Man erzielte bei einem überwachten Stumpversand von Ceylon nach Samoa 98 % lebend angekommene Pflanzen. Die betreffenden Pflanzen waren in den Saatbeeten nicht ganz 50 cm hoch. Man beschnitt sie so, daß nur ein Holzstämmchen von 30 cm und eine Pfahlwurzel von 10 cm Länge übrig blieb. Man verpackte sie in

Petroleumtins mit einer Mischung von Sand, Gartenerde, Kokosnußfasern usw. Auf dem Boden war eine Schicht feuchter Lehm. Bei der Ankunft sind die Stumpwurzeln oft sehr verbogen, und können die Stumps in diesem Zustand nicht eingesetzt werden. Legt man sie auf Bretter, bedeckt sie mit Erde und begießt sie und läßt man sie so einige Tage liegen, dann strecken sich die meisten Wurzeln von selbst wieder, ohne daß ein Abschneiden erforderlich wäre.

Synthetischer Kautschuk.

Unter synthetischem Kautschuk versteht man ein Gebilde, das auf chemischem Wege hergestellt wird, und das all die chemischen und physikalischen Eigenschaften des natürlichen Kautschuks hat. Aus den Analysen des Naturkautschuks geht sein komplizierter Aufbau, mit den Hauptbestandteilen Kautschuk, Harze und Eiweiß, hervor. Die als Harze und Eiweiß bezeichneten Substanzen sind hoch komplizierte Körper, deren Komponenten man noch wenig hat erforschen können. Sie wurden bis jetzt nur in großen Zügen zusammengruppiert. Nach der Synthese des „Kautschuks", des wesentlichsten und wichtigsten Bestandteils des Rohkautschuks, ist von zielbewußten Chemikern immer und immer wieder gesucht worden, ohne daß ihre Bemühungen bis jetzt vom Erfolg gekrönt worden wären.

Nach Angaben von Dr. Hofmann (Gummizeitung, 26. Jahrgang), haben sich gerade die Forscher, welche um den Aufbau einer wirklichen Kautschukchemie bis dato bemüht waren, überaus pessimistisch resümiert. Es fand sich zwar in der Literatur die Angabe, daß Isopren durch Polymerisation in Kautschuk überzuführen sei, aber Klages, der auf diesem Gebiet viel arbeitete, fordert energisch auf, endlich von diesem Wahn zu lassen und dieses Märchen aus der ernsthaften Literatur zu streichen. Tilden, welcher sich schon in den 80er Jahren des vergangenen Jahrhunderts um das Problem der technischen Kautschuksynthese bemüht hatte, brach tief resigniert seine vieljährigen Arbeiten ab, weil er sich von ihnen einen praktischen Erfolg nicht mehr versprechen

konnte. Der einzelne ist dieser großen Aufgabe gegenüber so gut wie machtlos, seine Mittel sind zu schnell erschöpft. Hier trat denn auch die Großindustrie ein, welche zur Erreichung eines so hohen Zieles allerdings auch mit Fehlschlägen rechnen mußte, die sie aber leichter ertragen kann. Große Versuche in dieser Hinsicht wurden in Deutschland von den Elberfelder Farbenfabriken aufgenommen.

Schwierigkeiten bestanden zunächst in der Herstellung des Isoprens, denn das überaus flüchtige Liquidum löst sich schon in blauen Dunst auf, wenn man es nur einige Male aus einem Gefäß in das andere gießt. Im März 1909 gewannen Dr. Hofmann und Conbelle aus Steinkohle das erste größere Quantum, einige Liter reinen synthetischen Isoprens. Behandlung mit Salzsäure hatten keinen Erfolg, da man nur ölige Chloride, aber keinen Kautschuk erhielt. Ebensowenig die von Wallach anempfohlene Überführung von Isopren durch Licht in Kautschuk. Endlich fand Hofmann in der Wärme die Kraft, welche die Überführung fertig brachte. Im August 1909 erhielt er den ersten durch Wärme polymerisierten Kautschuk. Die Feststellungen von Gerlach und Harries ergaben bei Prüfung mit der Ozonmethode, daß von diesem Kautschuk Laevulinaldehyd, Laevulinsäure und Peroxyd erhalten wurde. Damit ist dieses Isoprenwärmepolymerisat auch streng wissenschaftlich als richtiger Kautschuk identifiziert.

Eine Übertragung dieser Versuche in das Große hat vom kaufmännischen Standpunkt aus keinen Zweck, da das dann erhaltene Produkt unverhältnismäßig teuer zu stehen kommt. Der Synthetiker hat sich so einzurichten, daß Preis und Qualität seiner Ware den Wettbewerb mit dem natürlichen Produkt aufnehmen kann. Überall wird zur Erreichung dieses Zieles fleißig gearbeitet, aber überall werden auch nur geringe Fortschritte gemacht. Aus den tausend und abertausend Versuchen kristallisieren nur ganz langsam und allmählich die Reaktionsoptima heraus; ihre Fixierung aber erst befähigt den Chemiker, rationell zu arbeiten. Man gönne der Chemie die 36 Jahre, welche die Plantagen zur Verfügung hatten,

und es ist anzunehmen, daß dann das synthetische Material neben dem natürlichen Pflanzungskautschuk eine ebenbürtige Rolle auf dem Weltmarkt spielen wird. Jedenfalls läßt sich bereits heute so viel sagen, daß es sich nicht mehr um ein nebelhaftes Problem handelt, sondern daß scharf umrissen die Forderungen vor unseren Augen liegen, die bei der Lösung dieser Aufgabe erfüllt werden müssen. Das früher so überaus kompliziert Erscheinende hat sich auf eine ganz einfache Formel zurückführen lassen, und es ist nicht allzu utopistisch, anzunehmen, daß der jetzt von der Chemie beschrittene Weg der gleiche ist, den auch die Natur in der Pflanze geht. Wohl hat sich noch niemals im pflanzlichen Organismus das Isopren als solches nachweisen lassen; wenn man aber bedenkt, daß es Agenzien gibt, die das Isopren momentan in andere stabile Stufen umzuformen vermögen, und wenn man weiter erwägt, mit welcher Virtuosität das Zell-Laboratorium mit Gasen und anderen leicht flüchtigen Stoffen operiert, so wird es nicht mehr als unmöglich bezeichnet werden können, daß auch der natürliche Kautschuk durch Wärme-Polymerisation aus dem monomolekularen Kohlenwasserstoff sich bildet. Willstätter hat neuerdings seinen hochmolekularen Chlorophyllalkohol, das Phytol, in seiner Genesis auf das Isopren zurückgeführt. Wie nahe das Isopren und seine homologen den Terpenen stehen, ist schon längst erkannt. Es gelingt, Isopren durch chemischen Einfluß eine in ihrem äußeren Habitus wenigstens an Harze erinnernde Substanz fast momentan zu erhalten. So erscheint, nach Hofmann, die Annahme, daß in den Kautschuk liefernden Pflanzen primär Isopren erzeugt wird, und daß dieses Isopren dann unter dem polymerisierenden Einfluß der Tropensonne, eventuell in Gegenwart uns noch unbekannter Katalysatoren der lebenden Pflanzenzelle, in Kautschuk übergeht, gerechtfertigt. Auch für die Terpene und Harze scheinen die Butadiene als Bausteine möglich. Es hat etwas ungemein Bestechendes, sich zu denken, daß die Pflanze nur einfach konstituierte Butadiene zu bilden braucht, um aus ihnen — ganz nach Bedarf und Belieben — Terpene, Harze, Kautschuk oder Chlorophyll aufzubauen.

Die deutsche Chemie hat also den Weg gefunden, auf welchem weiterzuarbeiten ist. Die bis jetzt erlangten Erfolge zeigen nur, daß man an der Durchführung der Synthese nicht mehr zweifeln kann, daß sich eine praktische Ausbeutung der hohen Herstellungskosten wegen aber noch nicht ermöglichen läßt.

Rentabilität von Kautschukpflanzungen.

Anlagekosten einer Pflanzung.

Die Anlagekosten für eine Pflanzung lassen sich nur schwer vorausbestimmen. In jeder einzelnen Berechnung müssen die lokalen Voraussetzungen verschieden bewertet werden. Von einschneidender Bedeutung auf die Gesamtkosten sind:

1. Arbeiterlöhne,
2. Kosten der Urbarmachung,
3. Unterhaltungskosten (ob Zwischenkulturen, Gründüngung oder völliges Reinhalten),
4. Drainageverhältnisse,
5. Kosten für An- und Abtransport.

I. Nach Angaben von Gordon Reeves — in Wright, Hevea brasiliensis — rechnet man für die Anlage von 100 acres Hevealand in Ceylon:

Landpreis für 100 acres		Rs)*	
Urwald . . . Rs 60 per acre	im Durchschn.		
Brachland . . Rs 40—45 per acre	Rs 50 per acre	Rs	5000
Urbarmachen:			
Urwald . . . Rs 20 per acre	im Durchschnitt		
Brachland . . Rs 15—17 per acre	Rs 17,50 per acre	„	6750
Saatbeete und Samen:			
40 000 Samen zu Rs 7 per 1000 . .	Rs 280,00		
30 000 Körbchen zu Rs 4 per 1000 .	„ 120,00		
Anlage der Saatbeete	„ 60,00		
Unterhalt, Begießen 3 Monate lang . .	„ 30,00		
Weiterer Unterhalt, 6 Monate lang .	„ 20,00		
	Rs 510,00	Rs	510,00
Wege und Gräben Rs 6 per acre		„	600,00
Ausstecken der Pflanzstellen (15 × 15 Fuß) = 200 Bäume per acre: 75 cents per acre		„	75,00
Pflanzlöcher 45 × 30 cm (40 Löcher pro Tagesleistung) Rs 1,80 per acre		„	180,00

*) 1 Rupie = 1.40 ℳ

Pflanzen: 20000 Korbpflanzen 80 cents per acre . .	Rs	80,00
Umpflanzen: 6000 Korbpflanzen 50 cents per 100 .	„	30,00
Beschatten	„	450,00
Arbeiterhäuser (20 Räume à Rs 20).	„	400,00
Unterhalt der Pflanzung:		
Urwaldboden: die ersten 3 Monate Rs 1,25, dann 80 cents (im ersten Jahr: 10 Monate Jäten à Rs 1,50 per acre)	„	1500,00
	Rs	3825,00

Brachland:

Die ersten 3 Monate	Rs	2 50
die nächsten 3 Monate	„	1 75
von dann ab	„	1 00
Einzäunen: Draht pro Meile Rs 150, bei 3 Drähten in 30 cm Abstand; Pfähle und Pfahllöcher Rs 30 per Meile; Anbringen der Drähte: Rs 7 per Meile	„	561
Arbeitsgerät	„	100
Verschiedenes	„	100
Verwaltung: Rs 100 per Monat	„	1200
Anwerbekosten: Rs 30 per Arbeiter (80 Arbeiter) . .	„	2400
Zinsen: 7%	„	1045
	Rs	14936

	2. Jahr	3. Jahr	4. Jahr	5. Jahr
Verwaltung	Rs 1000	Rs 900	Rs 720	Rs 900
Unterhalt (100 acres à Rs 1)	„ 1200	„ 800	„ 750	„ 750
Saatbeete usw.	„ 105	„ 100	„ 100	„ —
Wege und Gräben	„ 50	„ 50	„ —	„ 100
Arbeiterhäuser	„ 30	„ 30	„ 1400	„ —
Einzäunung	„ 50	„ 30	„ 30	„ 50
Verschiedenes	„ 100	„ 100	„ 70	„ 70
7% Zinsen	„ 1290	„ 1527	„ 1848	„ 2109
	Rs 3825	Rs 3537	Rs 4918	Rs 3979

Die Gesamtanlagekosten betragen bis zum Ende des 5. Jahres somit Rs 32.240 oder 322.40 Rs per acre.

II. Nach Francis Holloway betragen die **Anlagekosten für 300 acres in Ceylon:**

1. Landpreis: 300 acres à Rs 50 per acre	Rs	15000
2. Fällen, Brennen, Aufräumen, Entwurzeln: Rs 15 per acre	„	4500
3. Wege, Gräben: Rs 12 per acre	„	3600
4. Festlegen der Pflanzstellen: (15×15′) Rs 1.50 per acre	„	450
5. Pflanzlöcher: (60×40 cm) Rs 6.50 per acre . . .	„	1950
6. Saatmaterial: Rs 6 per 1000, 3 Samen in 1 Loch	„	1500

7. Saatbeetkörbe zum Nachpflanzen, 6000 und Unterhalt	Rs	150
8. Pflanzen: Rs 1.50 per acre	„	450
9. Jäten (19 Monate): Rs 20 per acre	„	6000
10. Bungalow: Rs 2500; 20 Arbeiterräume: Rs 600 .	„	3100
11. Verwaltung: Rs 3000; Oberaufseher: Rs 600 . .	„	3600
12. Geräte und Verschiedenes	„	750
13. Einzäunung	„	1500
	Rs	42550

2.—6. Jahr.

1. Verwaltung: Rs 3600	Rs	18000
2. Pflanzungsunterhalt: 2. Jahr Rs 20 per acre = Rs 600 3. „ „ 15 „ „ = „ 4500 4.—6. „ „ 10 „ „ = „ 900	„	19500
3. Unterhalt der Gräben und Wege: Rs 1 per acre, 5 Jahre Rs 5	„	1500
4. Unterhalt der Gebäude, 5 Jahre	„	1250
5. Nachpflanzen und Pflege der jungen Pflanzen, 5 Jahre à Rs 200	„	1000
6. Verschiedenes, 5 Jahre à Rs 250	„	1250
	Rs	85050

Gesamtausgaben für 300 acres £ 5670 oder £ 18.18 sh. per acre in 5 Jahren.

III. Nach einer anderen Zusammenstellung, die Wright der Praxis in Ceylon entnommen hat, ergibt sich folgendes Anlagekapital für 1 acre Urwaldland für die ersten 6 Jahre:

	1. Jahr Rs	2. Jahr Rs	3. Jahr Rs	4. Jahr Rs	5. Jahr Rs	6. Jahr Rs
Anlagekosten per acre						
Urbarmachen . . .	18,0	—	—	—	—	—
Gräben	12,0	—	—	—	—	—
Wege	4,0	2,0	1,5	1,5	1,0	1,0
Pflanzlöcher	5,0	—	—	—	—	—
Festlegen derselben .	2,0	—	—	—	—	—
Jäten	18,0	16,0	12,0	12,0	12,0	12,0
Einsämung	4,0	2,0	2,0	1,0	1,0	1,0
Saatmaterial	4,0	—	—	—	—	—
Pflanzen	1,0	2,0	—	—	—	—
Geräte	2,0	0,50	0,5	—	—	—
Verwaltung	12,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
Verschiedenes . . .	1,0	0,50	0,5	1,0	1,0	1,0
Kosten per acre . .	73,0	28,0	21,5	20,5	20,0	20,0

Summe aller Unkosten bis zum Ende des 6. Jahres: Rs. 183,0.

IV. Nach Angaben von E. G. Windle belaufen sich für Süd-Indien die Anlagekosten für eine Hevea-pflanzung von 500 acre dort:

1. Jahr.

Landpreis 40 Rs per acre, 500 acres	Rs	70000
Urbarmachen 12,15 per acre	„	7500
Saatbeete: 100000 Pflanzen à Rs 25 per 1000 . . .	„	2500
Wege und Gräben: Rs 10 per acre	„	5000
Festlegen der Pflanzlöcher (18 × 18 Fuß): Rs 1 per acre	„	500
Pflanzlöcher (60 × 60 cm): Rs 3 per acre	„	1500
Pflanzen: Rs 2 per acre	„	1000
Beschatten: Rs 4 per acre	„	2000
Schattenbäume (Dadazstumps).	„	1000
Jäten: Rs 2 per Monat (9 Monate)	„	9000
Einzäunung: Rs 6 per acre	„	3000
Gebäude: Arbeiterhäuser	„	1500
Bungalow	„	4000
Geräte	„	1000
Verwaltung	„	5100
Verschiedenes: Anwerbung 1000, Arzneien, Bücher 500, Verschiedens 1000	„	2500
	Rs	67600

	2. Jahr Rs	3. Jahr Rs	4. Jahr Rs	5. Jahr Rs
Jäten, 12mal pro Jahr	12000	9000	6000	4000
Nachpflanzen	500	250	—	—
Umgraben Rs 7 per acre	3500	—	—	—
Verwaltung	5100	5100	6300	6500
Wege und Gräben . .	1000	500	500	1000
Düngen	—	—	3000	—
Geräte, Verschiedenes .	2000	2000	2000	2000
Summe aller Unkosten	24100	16850	17800	13500

Anlage der Aufbereitungszentrale und Maschinen £ 3000 = Rs. 45000 + 6 % Zinsen in 5 Jahren Rs 38168.

Somit betragen die Gesamtanlagekosten von 500 acres in 5 Jahren Rs 222968 oder £ 29155.

V. Nach den Angaben von Wright rechnet man auf der Malaiischen Halbinsel für die Anlage einer 1000 acres großen Heveapflanzung mit einer jährlich anzulegenden Fläche von 250 acres:

	1. Jahr £	2. Jahr £	3. Jahr £	4. Jahr £	5. Jahr £
Landpreis (1100 acres) . . .	3 300	—	—	—	—
Vermessung	1 100	—	—	—	—
Bodenzins	1 100	1 100	1 100	1 100	1 100
Urbarmachen	8 750	8 750	8 750	8 750	—
Entfernen der Stümpfe und Wurzeln	12 500	12 500	12 500	12 500	—
Pflanzlöcher, Pflanzen . . .	1 375	1 375	1 375	1 375	—
Saatbeete und Samen	1 300	1 000	1 100	1 200	500
Jäten (1. Jahr 3 Monate) . .	1 500	4 500	7 500	10 500	12 000
Nachpflanzen, Krankheiten .	—	1 250	2 250	2 250	1 750
Wege, Gräben, Zäune, Brücken	3 500	2 500	2 000	1 500	500
Bungalow, Arbeiterhäuser, Hospital	5 000	1 000	2 000	2 000	1 000
Deren Unterhalt	1 200	1 000	1 000	1 000	1 000
Geräte, Vieh, Fahrzeuge, Fabrik	1 500	1 000	1 200	1 300	17 200
Krankenpflege	1 500	1 750	2 000	2 250	2 250
Verwaltung, Bedienung . . .	5 500	6 000	8 500	9 500	12 000
Arbeiter-Anwerbung	2 500	3 500	4 500	5 500	7 000
Drainage	1 500	1 500	1 500	1 500	1 500
Verschiedenes	2 000	1 500	1 200	1 200	1 300
	55 125	48 825	60 725	64 425	57 100

Total: £ 286200.

Somit betragen die Anlagekosten per acre für 5 Jahre £ 35.

VI. Nach Angaben von Mr. Noel Bingley rechnet man in Java zur Anlage von 1000 bouws:

1. Jahr. Gehälter:

Manager	fl*)	500		
Assistent	„	150		
Agenten	„	200		
Eingeborener Schreiber	„	50		
	fl	900 × 12	fl	10800
Geräte			„	400
Stall (2 Pferde fl 500, Unterhalt fl 250)			„	750
Verschiedenes			„	3000
Eingeborenenfeste			„	500
Arbeitergebühr			„	500
Arbeiterhäuser			„	1000
Managers Bungalow			„	5000
Assistenten-Bungalow			„	2500
Bureau			„	300
Arzneien			„	250
Wege und Brücken			„	1000
Steuern			„	3000
Anlage von 250 Bouws			„	31250

*) 1 fl = 1.80 ℳ.

Saatbeete und Samen	fl 10	
Urbarmachen	„ 40	
Drainage	„ 20	
Pflanzlöcher	„ 20	
Wege und Brücken	„ 5	
Pflanzstellen	„ 2.50	
Pflanzlöcher	„ 5	
Pflanzen	„ 5	
Schädlinge	„ 2.50	
Einzäunung	„ 5	
Jäten	„ 10	
	fl 125 × 250	fl 31 250
		fl 60 250

2. Jahr. Gehälter:

Manager	fl 500	
1. Assistent	„ 175	
2. Assistent	„ 125	
Agenten	„ 200	
Schreiber	„ 50	
	fl 1050 × 12	fl 12 600
Geräte		fl 400
Stall (ein weiteres Pferd fl 250, Unterhalt 350)		„ 600
Verschiedenes		„ 3 000
Eingeborenenfeste		„ 500
Arbeitergebühr		„ 500
Arbeiterhäuser		„ 1 000
Assistenten-Bungalow		„ 2 500
Gebäude-Unterhalt		„ 1 000
Bureau		„ 300
Arznei		„ 250
Wege und Brücken		„ 1 000
Steuern		„ 3 000
		fl 26 650
Neuanlage: 250 bouws — wie oben —	fl 125 × 250 =	fl 31 250
Unterhalt von 250 bouws à fl 40		„ 10 000
		fl 67 900

3. Jahr.

Gehälter nach Erhöhung	fl 15 600
Allgemeine Unkosten — siehe oben	„ 11 700
Neuanlage von 250 bouws à fl 125	„ 31 250
Unterhalt „ 250 „ à „ 40	„ 10 000
„ „ 250 „ à „ 35	„ 8 750
	fl 77 300

4. Jahr.

Gehälter (einschl. 3 Assistenten)	fl 18 600
Allgemeine Unkosten	„ 13 050
Neuanlage von 250 bouws à fl 125	„ 31 250
Unterhalt „ 250 „ à „ 40	„ 10 000
„ „ 250 „ à „ 35	„ 8 750
„ „ 250 „ à „ 30	„ 7 500
	fl 90 250

5. Jahr.

Gehälter	fl 19200
Allgemeine Unkosten	„ 13650
Unterhalt von 250 bouws à fl 40	„ 10000
„ „ 250 „ à „ 35	„ 8750
„ „ 250 „ à „ 30	„ 7500
„ „ 250 „ à „ 25	„ 6250
	fl 65350

6. Jahr.

Gehälter	fl 19200
Allgemeine Unkosten	„ 13650
Unterhalt von 250 bouws à fl 35	„ 8750
„ „ 250 „ à „ 30	„ 7500
„ „ 500 „ à „ 25	„ 12500
Fabrikanlage und Zapfmesser	„ 35000
	fl 96600

VII. In Neu-Guinea rechnet man bei schwerem Alang-Alang-Boden pro Jahr für den Hektar Hevealand 130—150 Arbeitstage.

Herstellungskosten des Kautschuks.

Sind die Pflanzungen in ertragsfähiges Alter gekommen, dann verteilen sich, nach den Angaben von Wright, im allgemeinen die Gesamtunkosten in folgender Weise:

50—80 % der Gesamtunkosten fallen auf die Produktionskosten (Zapfarbeiten, Zapfmesser, Waschen, Trocknen, Verpacken, Abtransport, Seefracht),

10—15 % fallen auf die Unterhaltungskosten der Pflanzung (Wege, Gräben, Jäten, Umpflanzen, Schädlinge, Bodenbearbeitung, Geräte),

5—7 % fallen auf den Unterhalt der Gebäude und Reparaturen,

10—16 % fallen auf allgemeine Unkosten (Gehälter, Versicherung, Agenten, Steuern, Arzneien, Verschiedenes).

Um einen Überblick über die Gesamtgestehungskosten der Ernte zu bekommen, empfiehlt es sich, folgendes Schema von Rutherford der Unkostenberechnung zugrunde zu legen und daraus die Erntekosten für eine Gewichtseinheit zu errechnen:

I. Allgemeine Unkosten und zwar:
Gehälter, Tantiemen, Agentengebühren, Bodenzins, Hospitalkosten, Feuerversicherung, Bureau u. Porto, Vieh, Anwerbung, Verschiedenes.

II. Unterhalt der Pflanzung:
Reinigung, Jäten; Wege, Brücken, Gräben; Nachpflanzen; Bekämpfen der Schädlinge; Geräte.

III. Unterhalt der Gebäude:
Bungalows, Arbeiterhäuser, Fabrik, Schuppen, Viehstall, Maschinen.

IV. Aufbereitung des Kautschuks:
Zapfen, Scrapsammeln, Aufbereiten einschließlich Räuchern, Utensilien, Verpackung, Abtransport, Bahnfracht, Zoll.

V. Verschiffungskosten:
Seefracht, Lagerkosten, Seeversicherung, Agentenkosten.

Die tägliche Ernte pro Arbeiter an trockenem Kautschuk betrug:

Name der Pflanzung	Jahr	Alter der Bäume	Gewicht des trock. Kautschuks
Lanadron	1908	5— 9 jährig	3,67 Pfd.
"	1909	6—10 "	3,18 "
"	1910	3—11 "	2,63 "
Ledburg	1909	7—10 "	2,14 "
"	1910	3—11 "	2,97 "
Sion	1909	4—12 "	2,69 "
"	1910	4—13 "	1,21 "
SingaporeRubberCo.	1910	?	2,32 "
Jementate	1910	4— 6 "	1,21 "

Die Herstellungskosten des Kautschuks belaufen sich um so weniger hoch je älter die Bäume sind und eine je größere Anzahl gezapft werden kann.

Man rechnet:

Zapf- und Sammelkosten pro 1 Pfd. trock. Kautschuk in cents*)	Kuala Lumpur	Lanadron	Jementate	High Lowlands	Batu Unjor	Ledburg	Pataling	Selangor	Chersonese
	19,27	16,7	32,3	15,9	12,1	10,1	9,5	19	17,2

Bei einer Monatsernte von 2000—20000 Pfd. Kautschuk beträgt der Herstellungspreis eines Pfundes (engl.) Kautschuk in pence

*) 1 cent = 2,5 Pf.

	Pfd.	Pfd.	Pfd.	Pfd.	Pfd.
Ernte pro Monat . . .	3 000	3 000	5 000	2 000	20 000
Zapfen und Zapfgeräte	6,31	7,02 d.	7,2 d.	8,4 d.	7,2 d.
Waschen und Trocknen	2,72	3,4 „	1,3 „	0,6 „	1,1 „
Verpacken, Verpackung	—	0,28 „	0,3 „	— „	0,2 „
Abtransport	0,26	0,6 „	0,1 „	0,2 „	0,1 „
Seefracht	2,46	1,15 „	— „	— „	1,9 „
Fabrikunkosten	—	— „	0,2 „	— „	0,1 „
Versicherung	0,42	0,23 „	— „	— „	— „
	27,17	12,68 d.	9,1 d.	9,2 d.	10,6 d.

Die Herstellungskosten von 1 Pfd. Kautschuk bis an Bord des Dampfers betrugen auf einigen Pflanzungen in Ceylon: 13¼ pence, 9¼, 26¼, 12½, 11 1/8, 15, 16 2/5, 20¼, 16¼, 15 9/10, 22¾, 14 pence; in Südindien: 15 1/0, 23 pence, in Sumatra: 6¾, 12, 13 1/8, 19¾ pence.

Name der Gesellschaft	Kulturgebiet	Gründungsjahr	Dividende (Proz.)		
			1909	1910	1911
Selangor Rubber Co. . .	Malaia	1899	287½	375	275
Pataling Rubber Estates	„	1903	125	325	250
Linggi Plantations . . .	„	1895	165	237½	193¾
Batu Caves Rubber Co.. .	„	1904	50	150	140
Klanany Produce Co. . .	„	1899	45	87 ½	112½
Kuala Selangor Rubber Co.	„	1905	—	60	107½
Consolit. Malay Rubber Co.	„	1905	80	100	87½
Kepong (Malay) Rubber Co.	„	1905	10	40	80
Kapar Para Rubber Co.	„	1905	10	65	75
Anglomalay Rubber Co.	„	1905	80	100	70
Seremban Rubber Est. .	„	1909	12½	36¼	50
Sungei Kapar Rubber Co.	„	1906	32½	55	50
Straits Rubber Co. . . .	„	1909	—	24	45
Labu (F. M. S.) Rubber Co.	„	1907	25	50	45
High- & Lowlands Rubber Co.	„	1906	35	50	37½
London Asiatic Rubber Co.	„	1907	12½	25	35
Ulu Rantau Rubber Est.	„	1906	—	15	35
Golden Hope Rubber Est.	„	1905	30	40	30
Scottish Malay Rubber C.	„	1906	—	6	30
Merton Rubber Syndicate	„	1909	—	10	28
Selaba Rubber Estates . .	„	1909	—	17½	25
Panawatte Tea & Rubber	Ceylon	1905	11	17½	25
Ledburg Rubber Est. . .	Malaia	1908	17½	27½	25
Lanadron Rubber Est. . .	„	1907	27½	30	22½
Langkat Sumatra R. Co.	Sumatra	1908	6	15	22½
Glenshiel Rubbers Et. . .	Malaia	1908	—	15	20

Nachstehende Tabelle der Gummizeitung gibt einen Überblick über die Gestehungskosten pro 1 Pfd. und Verkaufspreise pro 1 Pfd. einiger englischen Gesellschaften.



Zapfen des unteren Stammrandes.



Doppelter Grätenschnitt mit vernarbter Rinde aus vorhergehender Zapfperiode.

Kautschukwerte (lbs.)			Gestehungskosten (lb.)		Verkaufspreise (Pfd.)	
1909	1910	1911	1911	1910	1911	1910
326 654	—	4 sh. 11,87	2 sh. 7,83 d. †	—	4 sh. 11,87 d. +	—
152 090	323 065	334 044	1 „ 7,24 „ +	0 sh. 9¾ d. ×	5 „ 0,14 „ =	6 sh. 2½ d. +
545 390	173 127	1 097 719	1 „ 3,85 „ *	1 „ 3,25 „	4 „ 9,56 „ +	5 „ 9,42 „ o
45 769	878 754	261 605	49,49 cents	—	5 „ —	6 „ 11¾ „
39 729	93 665	167 250	1 sh. 8,15 d. +	—	5 „ 3,45 „ o	6 „ 6¾ „
—	40 027	170 000	1 „ 6,8 „ +	1 „ 9,9 „	5 „ 6,8 „ =	7 „ 2,7 „ =
215 893	341 460	380 000	1 „ 10 „	1 „ 8 „ +	4 „ 10¼ „	6 „ 2,45 „ +
20 294	46 400	100 000	1 „ 5,5 „ *	—	6 „ 4,7 „ o	—
24 023	169 610	335 000	1 „ 4 „ *	1 „ 2 „	4 „ 8 „ o	6 „ 8½ „ +
517 550	673 132	700 000	1 „ 8½ „ +	1 „ 1 „ *	5 „ 2,54 „ +	6 „ 2 „ +
228 626	384 440	430 000	1 „ 9 „ *	1 „ 2¾ „ *	—	5 „ 1¾ „ +
114 970	224 978	300 000	1 „ 2,4 „	1 „ 2,58 „	4 „ 10,3 „ o	6 „ 9,31 „ =
—	402 621	900 000	1 „ 7,83 „ *	1 „ 10 „ *	5 „ 3 „ o	6 „ 4,98 „ +
86 763	203 696	275 000	1 „ 6,52 „ *	1 „ 5,4 „ *	4 „ 9,21 „ o	4 „ 4,89 „ +
346 259	511 724	620 000	1 „ 4 „ *	—	6 „ 9,21 „ o	7 „ 1 13/16
75 427	180 477	371 390	1 „ 4,91 „ *	1 „ 4 „ *	4 „ 11,49 „ †	—
5 478	66 477	138 093	1 „ 11,19 „	—	4 „ 6,14 „	—
51 420	80 831	1(8 555	1 „ 8,91 „ +	1 „ ¾ „ *	5 „ 0,34 „ +	5 „ 9¼ „ o
—	31 002	101 752	1 „ 11,49 „ †	—	4 „ 10,7 „ o	5 „ 11,66 „ o
—	24 075	45 066	1 „ 11,33 „ *	—	4 „ 0,27 „ =	5 „ 3,69 „ o
—	91,869	201 042	2 „ 4,19 „ +	1 „ 7 „ *	5 „ 1,72 „ o	6 „ 5 5 „ o
32 545	89 204	181 529	1 „ 9¾ „ *	2 „ 2¼ „ *	4 „ 6 „ o	5 „ 5½ „ o
66 881	124 178	192 740	1 „ 10½ „ +	—	4 „ 10½ „ +	5 „ 6½ „ +
249 247	371 816	380 435	1 „ 7 „ +	1 „ 3¾ „ =	5 „ 1½ „ +	7 „ 1¼ „ +
12 520	45 092	99 714	1 „ 0,4 „ +	1 „ — „	4 „ 11 „ +	6 „ 5¾ „ +
5 679	49 003	89 095	2 „ 9,99 „ *	—	5 „ 3,66 „ +	6 „ 1¼

Es bedeutet: † brutto, o rein netto London, * fob im nächsten Hafen, + Anrechnung aller Kosten, gesamte Verwaltungsausgaben, Verkaufsspesen, Angaben ohne Zeichen zeigen nicht deutlich, was einbegriffen ist.


UNIVERSITY OF MICHIGAN
3 9015 06859 8021

